D 416,398



GEN. LIBRARY
TA
3
.248
v.64

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer.**

Jahrgang 1918.

Zeitschrift für
Architektur und
Ingenieurwesen

Engin.
TA
3
.Z48
v.64-65
1918-19

Mor.
L.B.
Cloth
O.C.
Sample
Vols.
Fund Engineering

Univ. of Mich.

Form 2878 ML

APR 4 1961

C. W. KREIDELS [illegible]
1918.

Inhalt des vierundsechzigsten Bandes.

des dreiundzwanzigsten Bandes der neuen Folge.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Hochbau, Aesthetik.

Ingenieurbau, Eisenbahn- und Straßenbau.

Theoretische Untersuchungen.

Kleine Mitteilungen.

Zeitschriftenschau.

Bücherschau.

Alphabetische Inhaltsangabe.

Engin. Library 1918 Univ. of Mich.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 1.

(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:

Bauwissenschaftliche Abhandlungen. Seite

Kleine Mitteilungen. Seite

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

1918.



C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten

Richter, Baurat in Leipzig

Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau

von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem **neu** erschienen:

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Soeben erschien:

Handbuch des Wohnungswesens und der Wohnungsfrage

von

Dr. Rud. Eberstadt

ordentl. Honorarprofessor an der Königl. Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

Dritte umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 148 Abbildungen im Text

Preis: 16 Mark, geb. 18 Mark 20 Pf.

Inhalt: Einleitung. Erster Teil. Die Entwicklung der städtischen Bauweise. — Zweiter Teil. Die Preisbildung der städtischen Bodenwerte. — Dritter Teil. Wohnungszustände. — Vierter Teil. Die Praxis des Städtebaues. — Fünfter Teil. Kapitalbeschaffung. Bodenleihe. Besteuerung. — Sechster Teil. Verkehr. Ansiedelung. Ländliches Wohnungswesen. — Siebenter Teil. Bautätigkeit unter Gewinnverzicht. Oeffentlicher Grundbesitz. Gemeinnützige Veranstaltungen. — Achter Teil. Ausland. — Anhang I. 1. Das Preussische Wohnungsgesetz. 2. Runderlass über die Förderung von Kleinhaussiedelungen. — Anhang II. Kriegsmaßnahmen. Sachregister.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u. Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer**, Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 1. (Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)
Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Göttinger Kunstdenkmäler.

Von Wilh. Rathkamp, Architekt (Göttingen).

Meine Vaterstadt Göttingen ist nicht übermäßig reich an alten Kunstdenkmälern; doch besitzt sie einige von der Wende des 18. und 19. Jahrhunderts, die es verdienen, beachtet und erhalten zu werden. Sie entstammen den Händen und der Werkstatt der Bildhauer und Brüder Heyd in Cassel, Ludwig Daniel und Johann Wolfgang Heyd.

Als erstes ist zu nennen das Löwenpaar auf den beiden Pfeilern am Geismar-Tor am südlichen Ausgange der Stadt. Nahe dem alten Festungswall und der ehemaligen Torwache erheben sich als letzter Rest des früheren Stadttores zwei stattliche Pfeiler mit Kalksteinsockel und Sandsteinpilastern, und jeder trägt einen in Sandstein gehauenen lebensgroßen Löwen, der das Göttinger Stadtwappen hält. (Abb. 1.)

Ein gleiches Löwenpaar findet sich an den Aufgängen zur Rampe und Laube unseres altehrwürdigen Rathauses.

Nicht immer haben die beiden Löwenpaare an ihrem jetzigen Platze gestanden. Die Löwen des Geismar-Tores thronten ehemals am Nordausgange der Stadt auf den beiden stattlichen Torpfeilern des Weender Tores. Pfeiler und Löwen sind leider dem großen Auditorienhause zum Opfer gefallen, das im Jahre 1865 erbaut ist. Das alte prächtige Stadttor bildete nach der damaligen Meinung ein „Verkehrshindernis“ und wurde beseitigt. Zum Glück rettete man die beiden Löwen auf die Pilaster am Geismar-Tor, die trotz des sie umflutenden Verkehrs noch heute stehen und hoffentlich für immer ihren Platz behaupten werden. — Die beiden Löwen zierten ehemals die Pfeiler des Groner Tores am westlichen Ausgange der Stadt, bis das Tor im Jahre 1871 von demselben Schicksal ereilt wurde wie das Weender Tor. Die Löwen fanden indes eine sichere Zufluchtsstätte vor dem Rathause.

Abb. 1. *Torpfeiler des Geismar-Tores.*

Die beiden Löwenpaare von Heyd stammen aus den 80er Jahren des 18. Jahrhunderts, als man an Stelle der älteren geschleiften festen Torwerke neue Stadttore herstellte und die Torpfeiler an den beiden Hauptausgängen der Stadt mit besonderem Schmuck versehen wollte.

Zwei andere Heydsche Werke finden sich auf dem alten Friedhof an der Weender Landstraße. Das schönste von beiden ist das Grabmal der Charlotte Dietrich. (Abb. 2.) An einen Stein lehnt sich eine Engelsfigur, eine umgekehrte Fackel in der Hand haltend. Der Faltenwurf im Gewande des Engels verdient besondere Anerkennung. Das andere Grabdenkmal (Abb. 3) ist eine Säule mit Würfelstück und Bekrönung durch eine Aschenurne, in heimischem Sandstein gleichfalls durch die Casseler Bildhauer Gebr. Heyd ausgeführt im Jahre 1796. Das Würfelstück trägt

377193

auf der einen Seite das Familienwappen, auf der entgegengesetzten eine Lyra mit Flöte und Posaune. Die anderen Seiten enthalten die Inschrift:

CAROLI. THEODORI EMANUELIS
SRI COMITIS DE ST. MARTIN
DESIDERATISSIMI
IVVENIS MEMORIAL
SACRUM.

NAT. MANHEMHI
XI APRIL MDCCLXXVI
OBIT GOTTINGAE
XXX MAYI MDCCXCVI

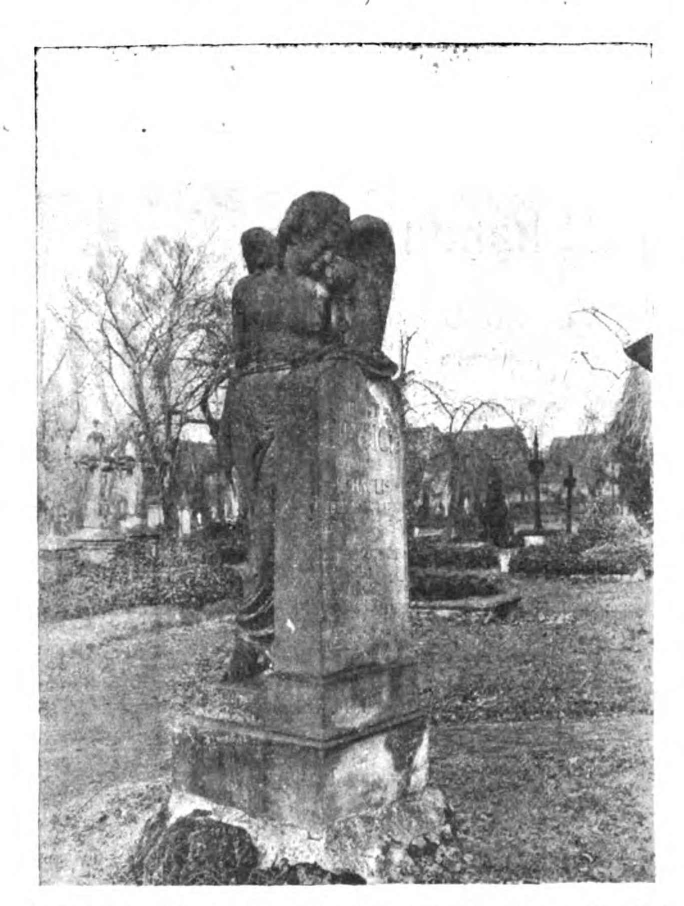


Abb. 2. *Grabdenkmal der Charlotte Dietrich auf dem Friedhof an der Weender Chaussee.*

Ein ähnliches, allerdings bescheidener gehaltenes Grabdenkmal hat seit einer Reihe von Jahren seinen Platz vor der Städtischen Altertumssammlung erhalten. (Abb. 4.)

Recht beiseite geschoben erscheint ein Werk der beiden Casseler Meister, das einer besseren Beachtung wert wäre: ein Denkmal des Dichters Gottfried August Bürger, das ihm 15 Jahre nach seinem Tode 1809 von Freunden im Ulrichschen Garten vor dem Albani-Tore — jetzt Stadtpark — errichtet worden ist. (Abb. 5.) Eine trauernde weibliche Figur hängt einen Flor über eine Urne. Das Denkmal hat bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts von seinem ursprünglichen Platze fort und in die städtischen Anlagen am Groner Tor wandern müssen. Dort steht es neben dem Schwanenteich in einer Umfriedigung, die jedes Nähertreten verwehrt und nicht einmal die vom Gesträuch verdeckte Inschrift zu lesen gestattet. Das Denkmal hätte in Rücksicht auf den Dichter und die beiden schaffenden Bildhauer eine würdigere Aufstellung verdient.

Nicht vergessen werden darf in dieser Reihe das Heydsche Werk, das auf dem Gute Appenrode, in der Nähe von Göttingen zwischen Bremke und Gelliehausen am Fuße der Gleichen gelegen, seine Aufstellung gefunden hat. (Abb. 6) Es ist zwei Brüdern aus der Familie der Freiherrn von Uslar-Gleichen gewidmet, die in den Wirren der durch Napoleon I. am Anfange des 19. Jahrhunderts entfesselten Kämpfe als Feinde einander gegenübergestanden und nun hier ihre gemeinsame Grabstätte auf dem Grund und Boden der Väter gefunden haben. Auf zwei Sandsteinstufen erhebt sich ein mächtiger Sockel mit reichgezierter Säulenbasis. Der darüber liegende Würfel trägt die Namen der beiden Freiheitskämpfer. Am oberen



Abb. 3. *Grabdenkmal auf dem Friedhof an der Weender Chaussee.*

Teil sind zwei durch Ringe und Trauerflor verbundene Masken angebracht. Den Abschluß bildet eine Urne. Die Gesamthöhe beträgt 4 bis $4\frac{1}{2}$ Meter.

Ich vermutete das wertvolle Denkmal in stimmungsvollerer Umgebung im Gutsgarten, fand es aber inmitten eines Weideplatzes für Schweine. Sollte sich nicht eine würdigere Umgebung herstellen lassen? Nur wenn dies geschieht, wird das Denkmal der Nachwelt erhalten bleiben.

Auf dem Friedhof an der Weender Chaussee, und zwar auf dem der St. Jacobi-Gemeinde eigenen Teile, befindet sich das Mausoleum (Abb. 7) der Familie Graetzel, die um 1800 die bedeutendste unter den bekannten Göttinger Tuchmanufakturen und Wollwebereien, und deren Haus an der Allee damals das ansehnlichste der Bürgerhäuser war. (Heute das Hôtel National.) Die Architektur des kleinen Baues zeichnet sich durch besonders edle Gliederungen aus; das barocke schmiedeeiserne Tor (Abb. 8) aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts ist wohl die schönste Schmiedearbeit Göttingens. Im Innern ist die Halle sehr einfach gehalten; kahle weiße Wände sind durch eine

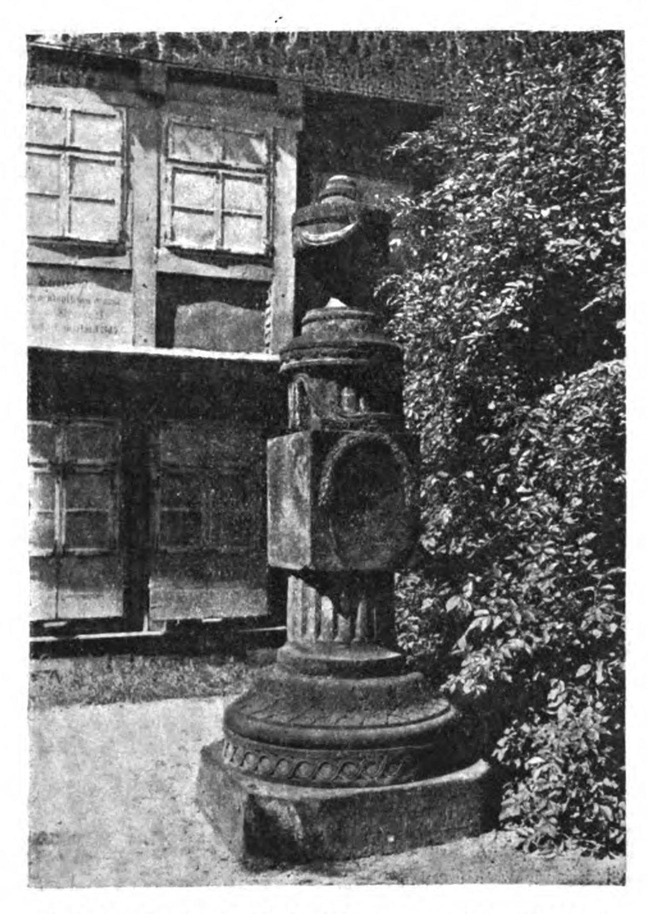


Abb. 4. *Grabdenkmal der Eleonore Magdalene Wadsack. 1808.*



Abb. 5. *Denkmal des Dichters G. A. Bürger in den städtischen Anlagen am Allee-Tore. 1796.*

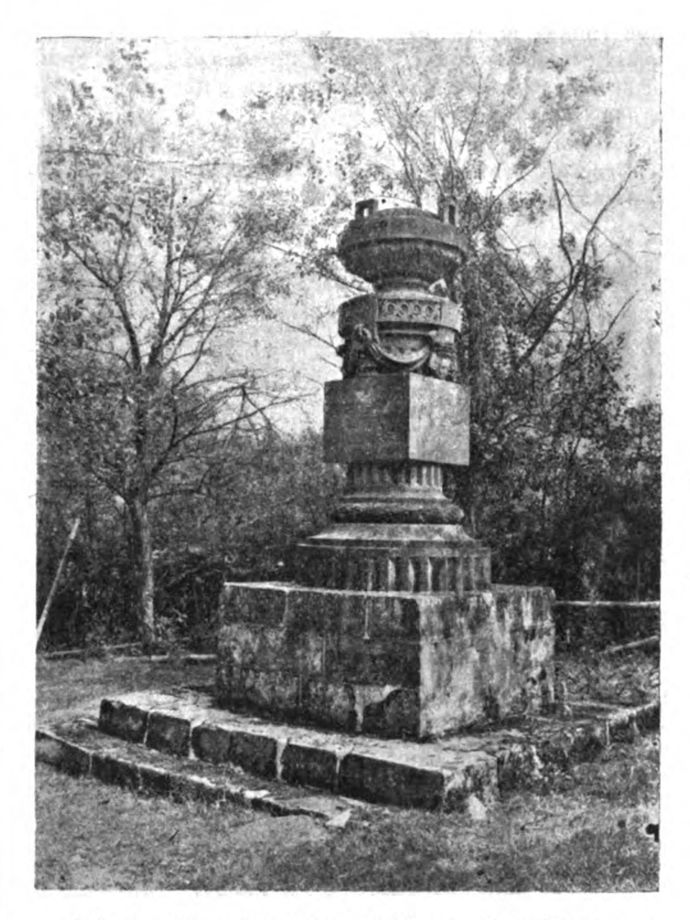


Abb. 6. *Grabdenkmal der Familie von Uslar-Gleichen auf dem Gutshof Appenrode.*

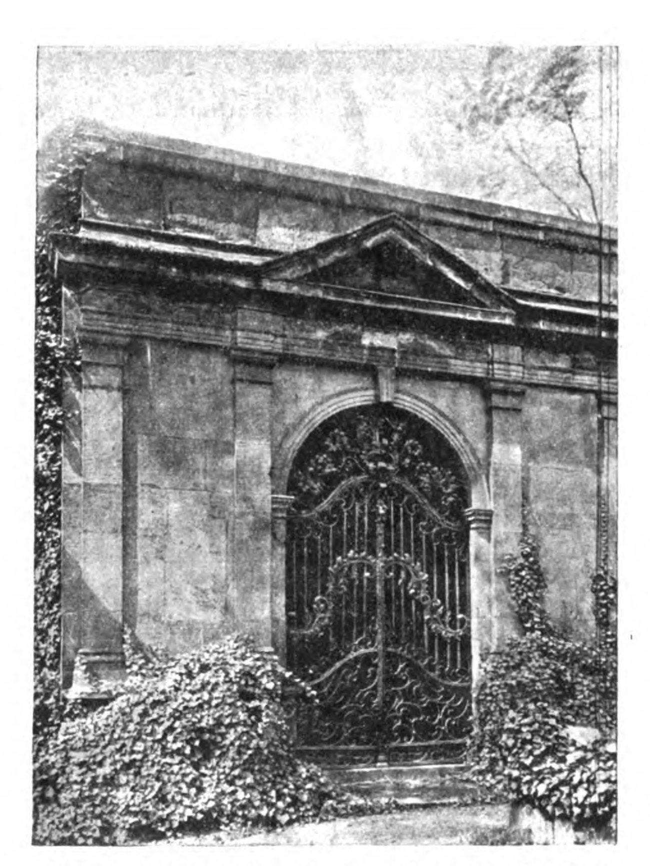


Abb. 7. *Gruft der Familie Graetzel auf dem Friedhof an der Weender Chaussee.*

große Hohlkehle mit der Decke verbunden, die einfache Stuckgliederungen trägt. Der Fußboden ist mit Steinplatten belegt, von denen einzelne sich aufnehmen lassen, um der Gruft beizukommen.

Bemerkenswert ist auf demselben Friedhof die Familiengruft (Abb. 9) des Universitäts-Stallmeisters Ayrer (1731—1817), dessen Sohn sein Nachfolger wurde,

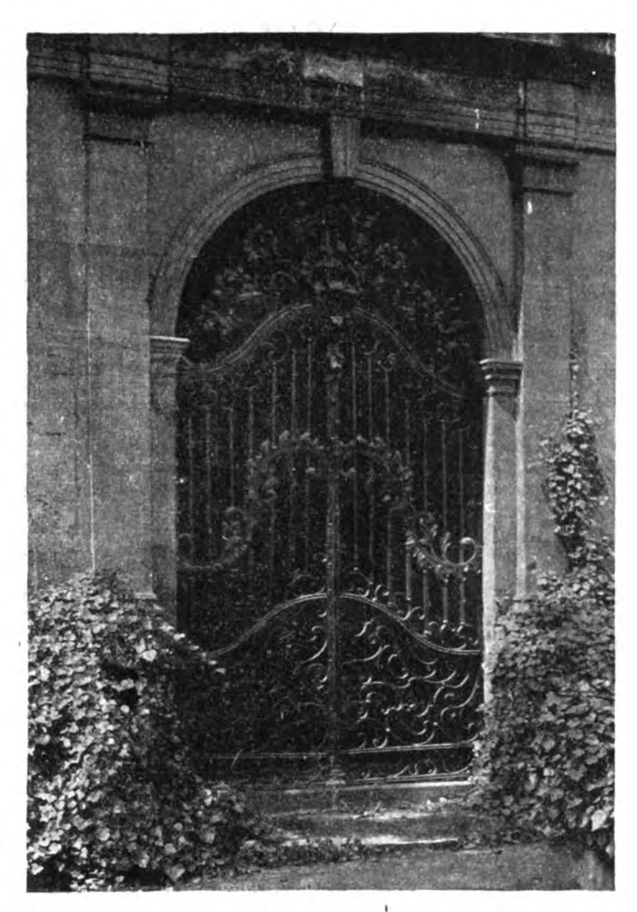


Abb. 8. *Schmiedeeisernes Gittertor der Graetzelschen Gruft.*

so daß der Name Ayrer ein Jahrhundert lang mit der Universität in Verbindung blieb. Reicher Aufbau mit vortretenden freistehenden Säulen schmückt die vordere Seite, und es hat wohl die Absicht vorgelegen, beiderseits des Einganges in den Nischen Figuren aufzustellen. Der Giebel ist mit Schnecken, Inschrifttafel und Urnen geschmackvoll dekoriert. Ein schönes schmiedeeisernes Gittertor mit dem Namen verschließt den Eingang. Das Innere ist ebenfalls sehr schlicht und ohne jeden Schmuck gestaltet; eine große Hohlkehle leitet von der Wand zur Decke über. Vielleicht sollten Wände und Decke mit Gemälden ausgeschmückt werden, deren Ausführung unterblieben ist. Seitlich ist der Bau so einfach gehalten, daß beabsichtigt

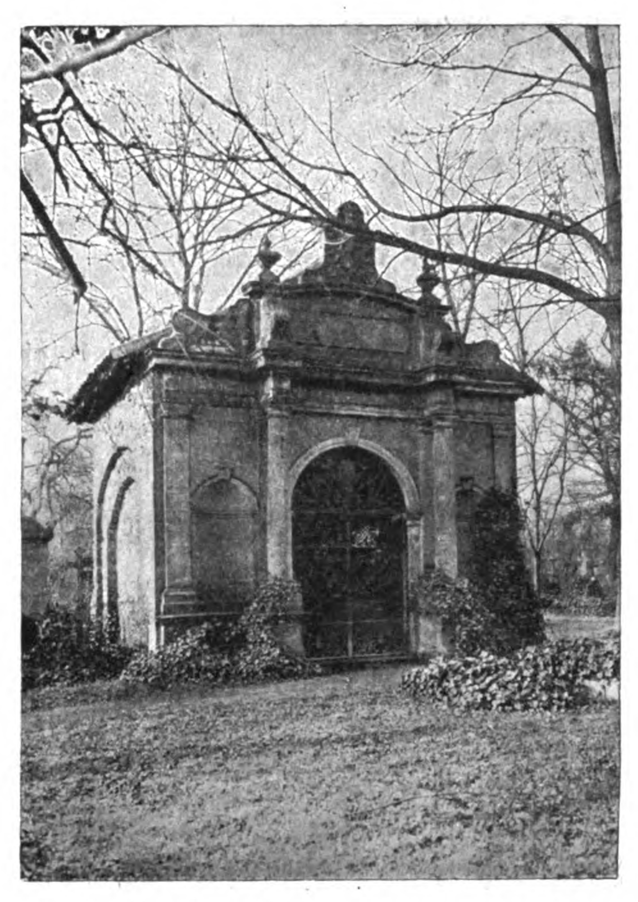


Abb. 9. *Mausoleum des Universitäts-Stallmeisters Ayrer.*

gewesen zu sein scheint, noch mehrere ähnliche Hallen aneinander zu reihen.

Möchten alle hier genannten Denkmäler der beiden Casseler Bildhauer beachtet, gepflegt und dauernd so erhalten werden, wie sie es verdienen.

(Fortsetzung folgt.)

Berechnung einer eingespannten eisernen Fusswegbrücke.

Von Dr.-Ing. H. Pilgrim (Stuttgart).

Die Fußwegbrücke hat drei Hauptträger mit je 1^{m} Abstand und ist auf beiden Seiten mit einem Treppenaufgang versehen. Als Eigengewicht für Fußstege kann $(60 + 6\,l)^{kg}$ pro Quadratmeter und bei 2^{m} Gesamtbreite $60 + 6 \cdot 10 = 120\,^{kg}/_{m}$ Träger gerechnet werden (was auch überschläglich dem Eigengewicht entspricht).

Wird mit $350\,^{kg}/_{qm}$ Nutzlast gerechnet, so erhält man für einseitige Belastung (und Vollbelastung) links die Resultante $5{,}05 \cdot 0{,}47 = 2{,}374^{t}$ und rechts $5{,}05 \cdot 0{,}12 = 0{,}606^{t}$.

Die Stützlinie für linksseitige Belastung des halben Fußstegs kann durch das untere Drittel im linken Kämpfer, die Mitte im Scheitel und das obere Drittel im rechten Kämpfer gelegt werden. Für Vollbelastung wird sie gewöhnlich durch das obere Drittel im Scheitel und die beiden unteren Drittel in den Kämpfern gelegt, und soll hier mit Rücksicht auf die Form des Fußstegs an den Kämpfern im oberen Drittel angenommen werden (weil für die günstigste Drucklinie annähernd gleichgroße Beanspruchungen der gefährlichsten Stellen in Betracht kommen).

Diese zwei Stützlinien (— — · für linksseitige Belastung) ergeben sich aus den Einzellasten der Lamellen von $1{,}01^{m}$ Breite (und ihren Resultanten) mit Hilfe des Kräftepolygons, dessen Pol aus den Parallelen zu den gestrichelten Linien und ihren gleichgroßen Resultanten im Scheitel hervorgeht. Für Vollbelastung ist die gemeinsame Resultante im Scheitel

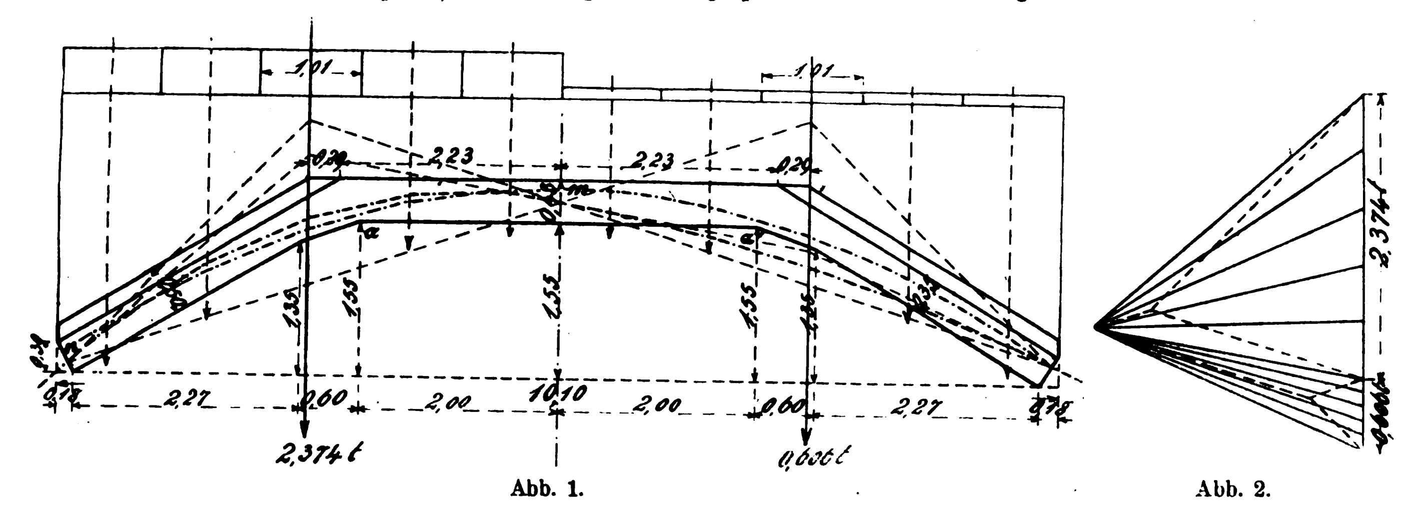


Abb. 1. Abb. 2.

horizontal, und aus ihrer Zusammensetzung mit 2,374 ^{t} ergibt sich gleichfalls der zugehörige Pol und die eingezeichnete Stützlinie (—·—·).

Für den in Abb. 3 gezeichneten Querschnitt des Hauptträgers bei a, a' und m erhält man als Abstand des Schwerpunkts von unten $e = \frac{1102{,}333}{52{,}38} = 21{,}05^{\text{ cm}}$ mit $F^0 = 52{,}38^{\text{ qcm}}$, F' (mit Nietabzug) $= 46{,}14^{\text{ qcm}}$, und in Beziehung auf die Unterkante $J^0 = 37\,318 - 21{,}05^2 \cdot 52{,}38 = 14108$. Bei Berücksichtigung des Nietabzugs ist

Abb. 3.

$$e = \frac{939{,}613}{46{,}14} = 20{,}36^{\text{ cm}},$$

$$J' = 30997 - 20{,}36^2 \cdot 46{,}14 = 11871,$$

$$W_0 = \frac{11871}{43 - 20{,}36} = 524, \quad W_u = \frac{11871}{20{,}36} = 583.$$

Die Maximalbeanspruchungen ergeben sich aus

$$\sigma = -\frac{N_x}{F'} \mp \frac{M_x}{W},$$

und bei Vollbelastung ist in a der Abstand für N_x von dem Schwerpunkt des Querschnittes $c = 20{,}36 - ca\ 6 = 14{,}36^{\text{ cm}}$ und H wird $= \frac{4{,}99}{2} \cdot \frac{2{,}374}{1{,}68} = 3{,}53^{\text{ t}}$ somit $N_x = \frac{2{,}12}{2{,}02} \cdot 3{,}53 = 3{,}70^{\text{ t}}$ und $\sigma_0 = -\frac{3700}{46{,}14} + \frac{14{,}36 \cdot 3700}{524} = +\ 21^{\text{ kg}}$, sowie $\sigma_u = -\frac{3700}{46{,}14} - \frac{14{,}36 \cdot 3700}{583} = -\ 172^{\text{ kg}}$ (da oben Zug und unten Druck vorhanden ist).

Bei linksseitiger Belastung ist für a' der Abstand $c = 20{,}36 + ca\ 25 = 45{,}36^{\text{ cm}}$ und nach dem Kräfteplan $N_x = 2{,}38^{\text{ t}}$ somit $\sigma_0 = -\frac{2380}{46{,}14} + \frac{45{,}36 \cdot 2380}{524} = +\ 154^{\text{ kg}}$ und $\sigma_u = -\frac{2380}{46{,}14} - \frac{45{,}36 \cdot 2380}{583} = -\ 237^{\text{ kg}}$. Bei Vollbelastung ist für m: $c = 43 - 20{,}36 - ca\ 10 = 12{,}64^{\text{ cm}}$ und $N_x = H = 3{,}53^{\text{ t}}$ somit $\sigma_0 = -\frac{3530}{46{,}14} - \frac{12{,}64 \cdot 3530}{524} = -\ 162^{\text{ kg}}$ und $\sigma_u = -\frac{3530}{46{,}14} + \frac{12{,}64 \cdot 3530}{583} = +\ 0^{\text{ kg}}$.

Ebenso ist bei Vollbelastung für n (siehe Querschnitt unten) $c = \frac{2}{3} \cdot 35 - 16{,}36 = 7^{\text{ cm}}$, ferner

$$N_x = \frac{\sqrt{2{,}495^2 + 1{,}68^2}}{1{,}68} \cdot 2{,}374 = 4{,}25^{\text{ t}}$$

somit $\sigma_0 = -\frac{4250}{41{,}34} - \frac{7 \cdot 4250}{450} = -\ 169^{\text{ kg}}$

und $\sigma_u = -\frac{4250}{41{,}34} + \frac{7 \cdot 4250}{536} = -\ 47^{\text{ kg}}$.

Bei einer genaueren Berechnung als eingespanntes Gewölbe nach Prof. Dr. Mörsch (siehe Vollst. theor. u. prakt. Ber. d. Eisenbetonkonstr. 1910) kann die unten gezeichnete Lamelleneinteilung gewählt werden, und hierfür ist auch das Trägheitsmoment des nebengezeichneten Querschnitts für den äußeren Teil des Fußstegs zu berechnen, und man erhält für denselben als Abstand des Schwerpunkts ohne Nietabzug von der unteren Kante

$$e = \frac{1193{,}633}{56{,}58} = 21{,}10^{\text{ cm}},$$

$F^0 = 56{,}58^{\text{ qcm}}$,

$J^0 = 38825 - 21{,}10^2 \cdot 56{,}58 = 13635$, und mit Nietabzug

Abb. 4.

$$e = \frac{1061{,}633}{50{,}34} = 21{,}09^{\text{ cm}}, \quad F' = 50{,}34^{\text{ qcm}},$$

$$J' = 34747 - 21{,}09^2 \cdot 50{,}34 = 12356,$$

$$W_0 = \frac{12356}{50 - 21{,}09} = 429, \quad W_u = \frac{12356}{21{,}09} = 586.$$

Bei Weglassung des oberen Teils im Kämpfer erhält man ebenso

$e = 16{,}36\ (15{,}87)^{\text{ cm}}$, $F^0 = 47{,}58^{\text{ qcm}}$, $F' = 41{,}34^{\text{ qcm}}$, $J^0 = 9665$, $J' = 8510$, $W_0 = 445$, $W_u = 536$.

Je kleiner die Lamellenteilung angenommen wird, um so genauer ist das Ergebnis der Berechnung, und als Grundlinie des Gewölbes ist der Abstand 9,92 ^{m} von Mitte zu Mitte der Kämpferfuge gewählt worden, so daß sich hieraus die Werte von x, y', s, J, F, $w = \frac{s}{J}$ und $\frac{s}{F}$ in der folgenden Tabelle ergeben, wenn y' die Ordinaten der Lamellenmitten über der Grundlinie, x ihr Abstand von der vertikalen Mittellinie, J und F ihr Trägheitsmoment und Querschnitt in der Mitte und s ihre mittlere Länge bedeuten.

Lamelle	1	2	3	4	5	Σ 1—5
x	0,5	1,5	2,3	3,19	4,37	
y'	1,61	1,61	1,528	1,095	0,372	
s	1,0	1,0	0,622	1,376	1,376	(3 ist Mittel von 2 u. 4)
J	0,0001411	0,0001411	0,0001387	0,0001363	0,0001363	
F	0,00524	0,00524	0,00545	0,00566	0,00566	
$w = \frac{s}{J}$	7087	7087	4484	10096	10096	2·38849 = = 77698
$\frac{s}{F}$	191	191	114	243	243	2·982 = 1964

Hieraus erhält man als Abstand des Koordinatenursprungs $z = \frac{\Sigma\,(1,61 - y')\cdot w}{\Sigma w} =$

$= \frac{0,082\cdot 4484 + (0,427 + 1,316)\cdot 10096}{38849} = 0,463^{\,cm},$

ferner ist $y = 0,463 - (1,61 - y') = y' - 1,147$.

Zur Berechnung der Einflußordinaten für H, V und M aus

$$H = \frac{-1\sum_a^{-\frac{l}{2}} w\cdot y\,(a - x)}{\Sigma\, w\cdot y^2 + \Sigma\,\frac{s}{F}},\quad V = \frac{-1\sum_a^{-\frac{l}{2}} w\cdot x\,(a - x)}{\Sigma\, w\cdot x^2},$$

$$M = \frac{+1\sum_a^{-\frac{l}{2}} w\,(a - x)}{\Sigma\, w}$$

Für Vollbelastung ist daher am Auflager

$N_x = 2,334\cdot\frac{0,18}{0,35} + 3,032\cdot\frac{0,3}{0,35} = 3,799^{\,t},$

$M_x = 7,900 + 1,147\cdot 3,032 - 4,96\cdot 2,334 = -0,199^{\,mt},$

$c = -\frac{0,199}{3,799} = -0,052^{\,m}.$

Im Schnitt a ist $N_x = 3,032^{\,t}$,

$M_x = 7,900 - \frac{2,96^2}{2}\cdot 0,47 - 0,463\cdot 3,032 - 2\cdot 2,334 =$

$= -0,231^{\,mt},\quad c = -\frac{0,231}{3,032} = -0,076^{\,m}.$

Am Scheitel ist $N_x = 3,032^{\,t}$,

$M_x = 7,900 - \frac{4,96^2}{2}\cdot 0,47 - 3,032\cdot 0,463 = +0,715^{\,mt},$

$c = +\frac{0,715}{3,032} = +0,236^{\,m}.$

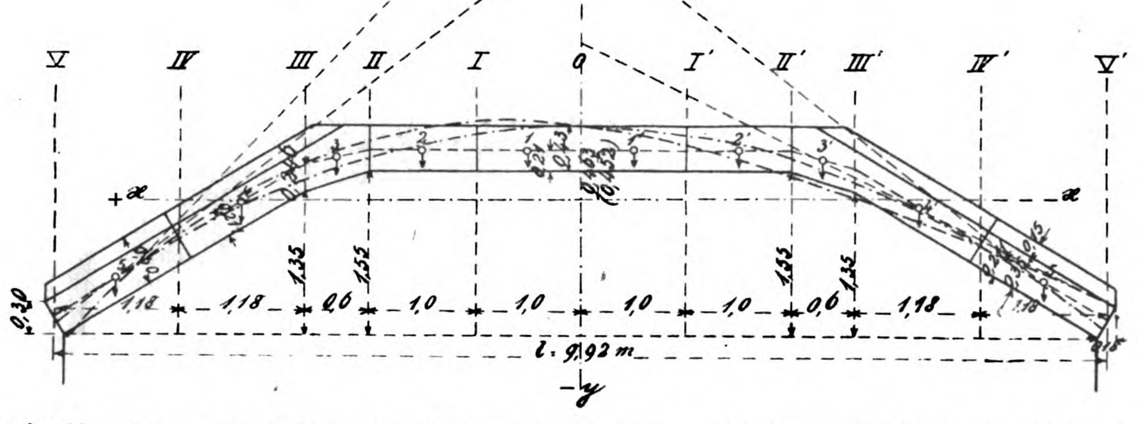


Abb. 5.

($a - x$ ist hierbei der Abstand der rechtsseitigen Lamellenmitten von der in $IV' - 0$ angenommenen Last $P = 1$) erhält man nebenstehende Tabelle, in welcher die Produkte des Zählers von rechts bei IV' (5') bis links bei 0 (1') ausgerechnet sind.

Die Berechnung findet für IV' (5') bis 0 (1') von rechts nach links statt, wobei die Vorzeichen von w_x und w_y einzuhalten sind, und bei positivem P und G auch $a - x$ das positive Vorzeichen erhält. Die Einflußlinien (s. Abb. 61 in meiner Veröffentlichung von 1910) brauchen nicht aufgezeichnet zu werden, da die Zwischenschaltung bzw. das Mittel genügt, und durch Multiplikation der Einzellasten G mit dem Mittel der Einflußordinaten erhält man vom Eigengewicht

$H = 2\cdot 0,387 = 0,774^{\,t},\quad V = 0,596^{\,t},\quad M = 2,017^{\,mt}$

und von der Vollbelastung

$H = \frac{0,47}{0,12}\cdot 0,774 = 3,032^{\,t},\quad V = \frac{0,47}{0,12}\cdot 0,596 = 2,334^{\,t},$

$M = \frac{0,47}{0,12}\cdot 2,017 = 7,900^{\,mt},$

und für linksseitige Belastung

$H = 1,901^{\,t},\quad V = 1,998^{\,t},\quad M = 7,107^{\,mt},$

und für rechtsseitige Belastung

$H = 1,901^{\,t},\quad V = 0,930^{\,t},\quad M = 2,802^{\,mt}.$

Die Werte von M_x für die Fugenmitten ergeben sich aus $M_x = M + M_0 - H\cdot y - V\cdot x$, wo M_0 = Moment der linksseitigen Belastung ohne Auflagerdruck ist, und y sowie x mit dem Vorzeichen des durch o gelegten Koordinatensystems einzusetzen sind. Ferner ist

$N_x = V_x\cdot\sin\varphi + H_x\cdot\cos\varphi,\quad V_x = V - \sum^{x} P,$

$H_x = H,\quad c = \frac{M_x}{N_x}$ und $\sigma_u^0 = -\frac{N_x}{F'} \mp \frac{M_x}{W}.$

Für linksseitige Belastung ist am Auflager

$N_x = 1,998\cdot\frac{0,18}{0,35} + 1,901\cdot\frac{0,3}{0,35} = 2,657^{\,t},$

$M_x = 7,107 + 1,147\cdot 1,901 - 4,96\cdot 1,998 = -0,623^{\,mt},$

$c = -\frac{0,623}{2,657} = -0,235^{\,m}.$

Im Schnitt a ist $N_x = 1,901^{\,t}$,

$M_x = 7,107 - \frac{2,96^2}{2}\cdot 0,47 - 0,463\cdot 1,901 - 2\cdot 1,998 =$

$= +0,172^{\,mt},\quad c = +\frac{0,172}{1,901} = +0,090^{\,m}.$

Am Scheitel ist $N_x = 1,901^{\,t}$,

$M_x = 7,107 - \frac{4,96^2}{2}\cdot 0,47 - 0,463\cdot 1,901 = +0,446^{\,mt},$

$c = +\frac{0,446}{1,901} = +0,235^{\,m}.$

Für rechtsseitige Belastung ist am Auflager

$N_x = 0,93\cdot\frac{0,18}{0,35} + 1,901\cdot\frac{0,3}{0,35} = 2,108^{\,t},$

$M_x = 2,802 + 1,147\cdot 1,901 - 4,96\cdot 0,930 = +0,370^{\,mt},$

$c = +\frac{0,370}{2,108} = +0,176^{\,m}.$

Im Schnitt a ist $N_x = 1,901^{\,t}$,

$M_x = 2,802 - \frac{2,96^2}{2}\cdot 0,12 - 0,463\cdot 1,901 - 2\cdot 0,930 =$

$= -0,464^{\,mt},\quad c = -\frac{0,464}{1,901} = -0,244^{\,m}.$

Am Scheitel ist $N_x = 1,901^{\,t}$,

$M_x = 2,802 - \frac{4,96^2}{2}\cdot 0,12 - 0,463\cdot 1,901 = +0,446^{\,mt},$

$c = +\frac{0,446}{1,901} = +0,235^{\,m}.$

Vertikale	0 (1′)	I' (2′)	II' (3′)	III' (4′)	IV' (5′)	V'	Σ 1′ — 5′
x	— 0,5	— 1,5	— 2,3	— 3,19	— 4,37		
$y = y' - 1{,}147$	0,463	0,463	0,381	— 0,052	— 0,775		
w	7087	7087	4484	10096	10096		$2 \cdot 38849 = 77698$
$w_x = w \cdot x$	— 3544	— 10630	— 10313	— 32206	— 44195		
$w_y = w \cdot y$	3281	3281	1708	— 525	— 7824		
$w \cdot x^2$	1772	15946	23720	102738	192802		(= 673956) $2 \cdot 336978$
$w \cdot y^2$	1519	1519	651	27	6064		(= 19560) $2 \cdot 9780$
$1 \sum_a^{\frac{l}{2}} w_y\,(a - x)$	$-23656 - 1 \cdot 3360$ $+ 0{,}5 \cdot 3281$ $= -25376$	$-18655 - 1 \cdot 6641$ $+ 0{,}5 \cdot 3281$ $= -23656$	$-14158 - 0{,}6 \cdot 8349$ $+ 0{,}3 \cdot 1708$ $= -18655$	$-4616 - 1{,}18 \cdot 7824$ $- 0{,}59 \cdot 525$ $= -14158$	$- 0{,}59 \cdot 7824$ $= -4616$		$\Sigma w \cdot y^2 + \Sigma \frac{s}{F} =$ $19560 + 1964$ $= 21524$
Einflußordinaten $H = \frac{-1\,\Sigma \ldots\ldots}{\Sigma w \cdot y^2 + \Sigma \frac{s}{F}}$	+ 1,179	+ 1,099	+ 0,867	+ 0,658	+ 0,214	0	(für H erhält man bei $I - V$ symmetrische Werte)
$1 \sum_a^{\frac{l}{2}} w_x\,(a - x)$	$-238197 - 1 \cdot 97344$ $- 0{,}5 \cdot 3544$ $= -337313$	$-146168 - 1 \cdot 86714$ $- 0{,}5 \cdot 10630$ $= -238197$	$-97227 - 0{,}6 \cdot 76401$ $- 0{,}3 \cdot 10313$ $= -146168$	$-26075 - 1{,}18 \cdot 44195$ $- 0{,}59 \cdot 32206$ $= -97227$	$- 0{,}59 \cdot 44195$ $= -26075$		$\Sigma w \cdot x^2 = 673956$
Einflußordinaten $I' - V'$ $V = \frac{-1\,\Sigma \ldots}{\Sigma w \cdot x^2}$	+ 0,500	+ 0,354	+ 0,217	+ 0,144	+ 0,039	0	(die Werte $I - V$ bilden mit $I' - V'$ die Summe 1)
$I - V$	+ 0,500	+ 0,646	+ 0,783	+ 0,856	+ 0,961	1	
$1 \sum_a^{\frac{l}{2}} w\,(a - x)$	$65507 + 1 \cdot 31763$ $+ 0{,}5 \cdot 7087$ $= + 100813$	$37287 + 1 \cdot 24676$ $+ 0{,}5 \cdot 7087$ $= + 65507$	$23827 + 0{,}6 \cdot 20192$ $+ 0{,}3 \cdot 4484$ $= + 37287$	$5957 + 1{,}18 \cdot 10096$ $+ 0{,}59 \cdot 10096$ $= + 23827$	$0{,}59 \cdot 10096$ $= + 5957$		$\Sigma w = 77698$
Einflußordinaten $I' - V'$ $M = \frac{+1\,\Sigma \ldots}{\Sigma w}$	+ 1,298	+ 0,843	+ 0,480	+ 0,307	+ 0,077	0	(die Werte $I - V$ sind um die Abstände x größer als $I' - V'$
$I - V$	+ 1,298	+ 1,843	+ 2,480	+ 2,907	+ 3,857	4,96	
G (Eigengewicht)	0,12	0,12	0,072	0,142	0,142		$2 \cdot 0{,}596$
H 1′ — 5′ (1 — 5)	1,139	0,983	0,763	0,436	0,107		$2 \cdot 3{,}428$
Mittel der V 1′ — 5′	0,427	0,286	0,181	0,092	0,020		1,006
V 1 — 5	0,573	0,714	0,819	0,908	0,980		3,994 5,000
Einflußordinaten M 1′ — 5′	1,071	0,662	0,394	0,192	0,039		2,358
M 1 — 5	1,571	2,162	2,694	3,382	4,409		14,218 16,576

Der nebengezeichnete Rahmen kann aber auch nach den Formeln von Professor Dr. Müller-Breslau für eingespannte Rahmen mit festen Ecken berechnet werden (s. Ber. d. Eisenbetonkonstr. 1910, S. 61 und Rahmenberechnung 1911, S. 19). Durch die Annahme eines beweglichen Auflagers bei A erhält man die Momentenflächen über den Stäben für die Belastung 0,12 und 0,35 t/m,

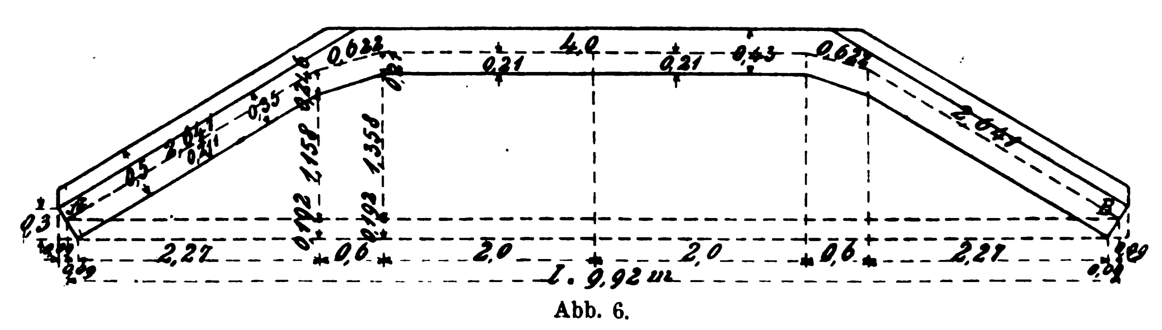


Abb. 6.

und es kann ihre Projektion auf die horizontale Achse (mit der Grundlinie 2,36, 0,6, 4,0, 0,6, 2,36) verwendet werden, wenn dieselbe mit der schiefen statt der horizontalen Länge multipliziert wird (s. Abb. 8).

Der Koordinatenursprung ergibt sich gleichfalls aus

$$z_u = \frac{\Sigma w \cdot y'}{\Sigma w} = \left(\frac{2{,}641}{5{,}7} \cdot 0{,}702 + \frac{0{,}622}{5{,}8} \cdot 1{,}486 + \right.$$
$$\left. + \frac{2}{5{,}9} \cdot 1{,}568\right) : \left(\frac{2{,}641}{5{,}7} + \frac{0{,}622}{5{,}8} + \frac{2}{5{,}9}\right) =$$
$$= \frac{1{,}016}{0{,}910} = 1{,}116 \text{ und } z_0 = 1{,}568 - 1{,}116 = 0{,}452^{\text{m}}$$

(statt 0,463 m).

Hierbei hat sich das Verhältnis der Trägheitsmomente J nach S. 10 aus

$$\frac{1387\ (1363)}{1411} = \frac{24 \cdot 57{,}8\ (56{,}8)}{24 \cdot 58{,}8}$$

ergeben, so daß mit rd. 5,9 : 5,8 : 5,7 gerechnet werden kann.

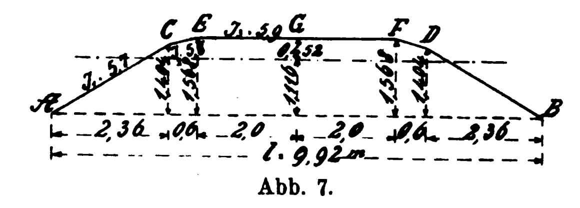


Abb. 7.

Für dieses Koordinatensystem erhält man alsdann die Formeln:

$$X = \frac{\Sigma F'_0 \cdot y_s}{T_x}, \quad Y = \frac{\Sigma F'_0 \cdot x_s}{T_y}, \quad Z = -\frac{\Sigma F'_0}{G}$$

$$\left(\text{worin } F'_0 = \frac{F_0}{J} \text{ ist}\right)$$

und es ist $G = \Sigma w = 2 \cdot 0{,}910 = 1{,}820$,

ferner $T_x = \int_{y_1}^{y_2} y^2 \cdot \frac{d_s}{J} = \Sigma \frac{1}{3} w\,(y_1^2 + y_1 \cdot y_2 + y_2^2)$

und in Beziehung auf

$$AB = 2\left\{\frac{1{,}404^2}{3} \cdot \frac{2{,}641}{5{,}7} + \frac{1}{3}(1{,}404^2 + 1{,}404 \cdot 1{,}568 + \right.$$
$$\left. + 1{,}568^2) \cdot \frac{0{,}622}{5{,}8} + 1{,}568^2 \cdot \frac{2}{5{,}9}\right\} - 1{,}116^2 \cdot 1{,}820 = 0{,}483$$

und

$$T_y = \int_{x_1}^{x_2} x^2 \cdot \frac{ds}{J} = \Sigma \frac{1}{3} w\,(x_1^2 + x_1 \cdot x_2 + x_2^2) =$$
$$= 2\left\{\frac{1}{3}(4{,}96^2 + 4{,}96 \cdot 2{,}6 + 2{,}6^2) \cdot \frac{2{,}641}{5{,}7} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{3}(2{,}6^2 + 2{,}6 \cdot 2 + 2^2) \cdot \frac{0{,}622}{5{,}8} + \frac{2^2}{3 \cdot 5{,}9}\right\} = 15{,}264.$$

Für Vollbelastung (Eigengewicht) erhält man als Auflagerdruck 4,96 · 0,47 (0,12) = 2,331 (0,595) t und als Maximalbiegungsmoment

$$M_{\max} = \frac{9{,}92^2 \cdot 0{,}47\ (0{,}12)}{8} = 5{,}781\ (1{,}476)^{\text{mt}}.$$

Bei linksseitiger Belastung ist der Auflagerdruck

$$A = \frac{7{,}44 \cdot 0{,}35 \cdot 4{,}96}{9{,}92} = 1{,}302^{\text{t}} \text{ und für } \frac{l}{4} \text{ Abstand ist}$$

$$M = 1{,}302 \cdot 2{,}48 - 0{,}35 \cdot \frac{2{,}48^2}{2} = 2{,}153^{\text{mt}} \text{ sowie bei}$$
$$\frac{l}{2} = 1{,}302 \cdot 4{,}96 - 0{,}35 \cdot \frac{4{,}96^2}{2} = 2{,}153^{\text{mt}}.$$

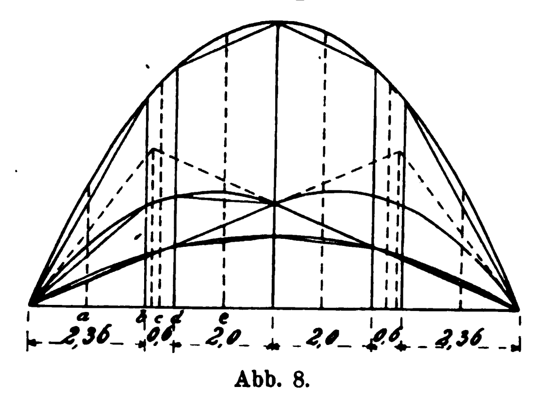


Abb. 8.

Die Ordinaten der Momentenfläche werden für Vollbelastung bei

$$a:\ 2{,}331 \cdot 1{,}18 - 0{,}47 \cdot \frac{1{,}18^2}{2} = 2{,}423,$$
$$b:\ 2{,}331 \cdot 2{,}36 - 0{,}47 \cdot \frac{2{,}36^2}{2} = 4{,}192,$$
$$c:\ 2{,}331 \cdot 2{,}66 - 0{,}47 \cdot \frac{2{,}66^2}{2} = 4{,}538,$$
$$d:\ 2{,}331 \cdot 2{,}96 - 0{,}47 \cdot \frac{2{,}96^2}{2} = 4{,}841,$$
$$e:\ 2{,}331 \cdot 3{,}96 - 0{,}47 \cdot \frac{3{,}96^2}{2} = 5{,}546^{\text{mt}}.$$

Für Eigengewicht erhält man aus dem Verhältnis $\frac{0{,}12}{0{,}47}$ die Ordinaten bei

a: 0,619, b: 1,070, c: 1,158, d: 1,236, e: 1,416 mt

und für teilweise Belastung links bei

$$a:\ 1{,}302 \cdot 1{,}18 - \frac{0{,}35 \cdot 1{,}18^2}{2} = 1{,}292,$$
$$b:\ 1{,}302 \cdot 2{,}36 - 0{,}35 \cdot \frac{2{,}36^2}{2} = 2{,}098,$$
$$c:\ 1{,}302 \cdot 2{,}66 - 0{,}35 \cdot \frac{2{,}66^2}{2} = 2{,}225,$$
$$d:\ 1{,}302 \cdot 2{,}96 - 0{,}35 \cdot \frac{2{,}96^2}{2} = 2{,}321,$$
$$e:\ 1{,}302 \cdot 3{,}96 - 0{,}35 \cdot \frac{3{,}96^2}{2} = 2{,}412,$$

und rechts (bzw. links)

$$b: \frac{2,36}{4,96} \cdot 2,153 = 1,024, \quad d: \frac{2,96}{4,96} \cdot 2,153 = 1,285^{\,mt}.$$

Die Dreiecke, Trapeze und Parabelsegmente der Momentenflächen sind in obigen Formeln besonders einzusetzen, und die Schwerpunkte derselben liegen bei ersteren und letzteren in $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ des horizontalen Abstandes, und bei den Trapezen ergeben sie sich aus $\frac{h}{3} \cdot \frac{a+2b}{a+b}$, und hieraus ergibt sich x_s und y_s für ihre Projektion auf die Stäbe.

Man erhält daher für Vollbelastung über

$$AC:\ F_0 = \frac{2,36 \cdot 4,192}{2} + 2,36\left(2,423 - \frac{4,192}{2}\right) \cdot \frac{2}{3} =$$
$$= 4,947 + 0,515 = 5,462$$
$$\text{mit } e_b = \left(4,947 \cdot \frac{2,36}{3} + 0,515 \cdot 1,18\right) : 5,462 = 0,824,$$
$$CE:\ F_0 = \frac{0,6}{2}(4,192 + 4,841) + 0,6\left(4,538 - \frac{9,033}{2}\right) \cdot$$
$$\cdot \frac{2}{3} = 2,710 + 0,009 = 2,719$$
$$\text{mit } e_d = \left\{\left(\frac{0,6}{2} \cdot \frac{4,841 + 2 \cdot 4,192}{9,033}\right) \cdot 2,710 + 0,3 \cdot 0,009\right\} :$$
$$2,719 = 0,293,$$
$$EG:\ F_0 = \frac{2}{2}(5,781 + 4,841) + 2\left(5,546 - \frac{10,622}{2}\right) \cdot$$
$$\cdot \frac{2}{3} = 10,622 + 0,313 = 10,935$$
$$\text{mit } e_m = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{5,781 + 2 \cdot 4,841}{10,622} + 1 \cdot 0,313\right) :\ 10,935 =$$
$$= 0,972^{\,m}.$$

Die Werte von F_0 sind noch mit den schiefen Verhältniszahlen zu multiplizieren und mit denjenigen von J zu dividieren, so daß man für die x-Achse erhält:

$$X = H = \frac{\Sigma F_0' \cdot y_s}{T_x} = 2\left\{\frac{5,462 \cdot 0,202}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36} + \right.$$
$$\left. + \frac{2,719 \cdot 0,372}{5,8} \cdot \frac{0,622}{0,6} + \frac{10,935}{5,9} \cdot 0,452\right\} :$$
$$0,483 = 3,320^{\,t},$$

$Y = V = \frac{\Sigma F_0' \cdot x_s}{T_y}$ **ist wegen der Symmetrie** $= 0$ **und**

$$Z = M = -\frac{\Sigma F_0'}{G} = -2\left\{\frac{5,462}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36} + \frac{2,719}{5,8} \cdot \right.$$
$$\left. \cdot \frac{0,622}{0,6} + \frac{10,935}{5,9}\right\} : 1,820 = -3,750^{\,mt}.$$

Ebenso erhält man vom Eigengewicht

$$H = 3,320 \cdot \frac{0,12}{0,47} = 0,848^{\,t}, \quad V = 0,$$
$$M = -3,750 \cdot \frac{0,12}{0,47} = -0,957^{\,mt}.$$

Die Momentenfläche für teilweise Belastung ergibt auf der linken Seite über

$$AC:\ F_0 = \frac{2,36}{2} \cdot 2,098 + 2,36\,(1,292 - 1,049) \cdot \frac{2}{3} =$$
$$= 2,476 + 0,382 = 2,858$$
$$\text{mit } e_b = \left(\frac{2,36}{3} \cdot 2,476 + 0,382 \cdot 1,18\right) : 2,858 = 0,839,$$
$$CE:\ F_0 = \frac{0,6}{2}(2,098 + 2,321) + 0,6\left(2,225 - \frac{4,419}{2}\right) \cdot$$
$$\cdot \frac{2}{3} = 1,326 + 0,006 = 1,332$$
$$\text{mit } e_d = \left(\frac{0,6}{3} \cdot \frac{2,321 + 2 \cdot 2,098}{4,419} \cdot 1,326 + 0,3 \cdot 0,006\right) :$$
$$1,332 = 0,295,$$
$$EG:\ F_0 = \frac{2}{2}(2,321 + 2,153) + 2\left(2,412 - \frac{4,474}{2}\right) \cdot$$
$$\cdot \frac{2}{3} = 4,474 + 0,233 = 4,707$$
$$\text{mit } e_m = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{2,153 + 2 \cdot 2,321}{4,474} \cdot 4,474 + 1 \cdot 0,233\right) :$$
$$4,707 = 1,010.$$

Auf der rechten Seite sind die Dreiecke und Trapeze über den Stäben besonders zu berechnen, und es kann dies auch für dieselben Flächen auf der linken Seite geschehen, und man erhält über

$$AC:\ F_0 = \frac{2,36}{2} \cdot 1,024 = 1,208 \text{ mit } e_b = \frac{2,36}{3} = 0,787,$$
$$CE:\ F_0 = \frac{0,6}{2}(1,024 + 1,285) = 0,693$$
$$\text{mit } e_d = \frac{0,6}{3} \cdot \frac{1,285 + 2 \cdot 1,024}{2,309} = 0,289,$$
$$EG:\ F_0 = \frac{2}{2}(1,285 + 2,153) = 3,438$$
$$\text{mit } e_m = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,153 + 2 \cdot 1,285}{3,438} = 0,916.$$

Man erhält daher für die linksseitige Belastung mit $0,35\ {}^t/_m$:

$$X = \left\{-0,211 \cdot \frac{2,858}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36} + 0,371 \cdot \frac{1,332}{5,8} \cdot \right.$$
$$\cdot \frac{0,622}{0,6} + 0,452 \cdot \frac{4,707}{5,9} + 0,452 \cdot \frac{3,438}{5,9} + 0,373 \cdot$$
$$\left. \cdot \frac{0,693}{5,8} \cdot \frac{0,622}{0,6} - 0,180 \cdot \frac{1,208}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36}\right\} : 0,483 =$$
$$1,236^{\,t}, \text{ und mit Eigengewicht } 2,084^{\,t}.$$

$$Y = \left\{\left(3,439 \cdot \underset{(\times\,0,5611)}{\frac{2,858}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36}} + 2,295 \cdot \underset{(\times\,0,2381)}{\frac{1,332}{5,8} \cdot \frac{0,622}{0,6}} + \right.\right.$$
$$\left. + 1,010 \cdot \underset{(\times\,0,7978)}{\frac{4,707}{5,9}}\right) - \left(0,916 \cdot \underset{(\times\,0,5827)}{\frac{3,438}{5,9}} + 2,289 \cdot \right.$$
$$\left.\left. \cdot \underset{(\times\,0,1239)}{\frac{0,693}{5,8} \cdot \frac{0,622}{0,6}} + 3,387 \cdot \underset{(\times\,0,2372)}{\frac{1,208}{5,7} \cdot \frac{2,641}{2,36}}\right)\right\} : 15,264 =$$
$$= +1,09^{\,t},$$

$$Z = -\{(0,5611 + 0,2381 + 0,7978) + (0,5827 +$$
$$+ 0,1239 + 0,2372)\} : 1,820 = -1,396^{\,mt} \text{ und mit}$$
$$\text{Eigengewicht} = -2,353^{\,mt}.$$

Bei rechtsseitiger Belastung erhält man links

$H = +2,084^{\,t}$, $V = -0,109^{\,t}$, $M = -2,353^{\,mt}$ **und zwar mit denselben Gleichungen.**

Will man die Ergebnisse der beiden Berechnungen nach Professor Dr. Mörsch und nach Professor Dr. Müller-Breslau vergleichen, so ist in der letzteren bei V und M der Auflagerdruck A und das Moment $\frac{A \cdot l}{2}$ zu addieren, während H genauer wird, wenn im Nenner mit $\Sigma w \cdot y^2 + \Sigma \frac{s}{F}$ statt $\Sigma w \cdot y^2$ gerechnet wird. Bei der Berechnung mit dem Trägheitsmoment $J = 0,0001411$ statt der Verhältniszahl 5,9 erhält man alsdann $T_x = \frac{5,9 \cdot 0,483}{0,0001411} = 20\,196$ statt 19 560 (s. S. 13) (der Unterschied rührt von der verschiedenen Annahme der Grundlinie für die Gewölbe- und für die Rahmenberechnung her) und $\Sigma w \cdot y^2 + \Sigma \frac{s}{F} = 20\,196 + 1964 = 22\,160$ statt 21 524.

Man erhält alsdann für Vollbelastung

$$H = \frac{20\,196}{22\,160} \cdot 3,320 = 3,026 \text{ statt } 3,032, \quad V = 2,331 +$$
$$+ 0 = 2,331 \text{ statt } 2,334 \text{ und}$$

$M = 2{,}331 \cdot 4{,}96 - 3{,}750 = 7{,}812$ statt $7{,}900^{\,mt}$, sowie für linksseitige Belastung

$H = \frac{20196}{22160} \cdot 2{,}084 = 1{,}899$ statt $1{,}901^{\,t}$, $V = (1{,}302 + 0{,}595) + (0{,}109 + 0) - 2{,}006$ statt $1{,}998^{\,t}$ und $M = 1{,}897 \cdot 4{,}96 - (1{,}396 + 0{,}957) = 7{,}156$ statt $7{,}107^{\,mt}$, und für rechtsseitige Belastung

$$H = \frac{20196}{22160} \cdot 2{,}084 = 1{,}899 \text{ statt } 1{,}901^{\,t},$$

$$V = \left(\frac{9{,}92}{2} \cdot 0{,}47 - 1{,}302\right) - (0{,}109 + 0) = 0{,}920 \text{ statt } 0{,}930^{\,t}$$

(1,029)

und $M = 1{,}029 \cdot 4{,}96 - (1{,}396 + 0{,}957) = + 2{,}751$ statt $2{,}802^{\,mt}$.

Die Kämpferdrucklinien ergeben sich für Vollbelastung aus

$$x_r = \frac{M}{V} = \frac{7{,}812\ (7{,}900)}{2{,}331\ (2{,}334)} = 3{,}351\ (3{,}385)^{\,m},\quad y_r = \frac{M}{H} = \frac{7{,}812\ (7{,}900)}{3{,}026\ (3{,}032)} = 2{,}582\ (2{,}605)^{\,m},$$

sowie für linksseitige Belastung aus

$$x_r = \frac{M}{V} = \frac{7{,}156\ (7{,}107)}{2{,}006\ (1{,}998)} = 3{,}567\ (3{,}557)^{\,m},$$

$$y_r = \frac{M}{H} = \frac{7{,}156\ (7{,}107)}{1{,}899\ (1{,}901)} = 3{,}768\ (3{,}739)^{\,m},$$

und für rechtsseitige Belastung aus

$$x_v = \frac{M}{V} = \frac{2{,}751\ (2{,}802)}{0{,}920\ (0{,}930)} = 2{,}990\ (3{,}013)^{\,m},$$

$$y_r = \frac{M}{H} = \frac{2{,}751\ (2{,}802)}{1{,}899\ (1{,}901)} = 1{,}449\ (1{,}474)^{\,m}.$$

Die Biegungsmomente im Querschnitt x ergeben sich aus derselben Formel $M_x = M + M_0 - H \cdot y - V \cdot x$, nur ist bei der Berechnung als eingespannter Rahmen ein anderer Wert für M_0 einzusetzen als bei der Berechnung für das eingespannte Gewölbe, weil bei der letzteren der Auflagerdruck in M_0 nicht berücksichtigt ist.

Man erhält daher bei Vollbelastung am Auflager

$N_x = 2{,}331 \cdot \frac{0{,}18}{0{,}35} + 3{,}026 \cdot \frac{0{,}3}{0{,}35} = 3{,}793^{\,t}$, $M_x = - 3{,}750 + 3{,}026 \cdot 1{,}158 = - 0{,}246^{\,mt}$, $c = \frac{M_x}{N_x} = - \frac{0{,}246}{3{,}793} = - 0{,}065$ (statt $0{,}052)^{\,m}$. Im Schnitt a ist (siehe M_0 bei d).

$N_x = 3{,}026^{\,t}$, $M_x = - 3{,}750 + 4{,}841 - 0{,}452 \cdot 3{,}026 = - 0{,}277^{\,mt}$, $c = - \frac{0{,}277}{3{,}026} = - 0{,}092$ (statt $0{,}076)^{\,m}$.

Am Scheitel ist (M_0 bei M_{max})

$N_x = 3{,}026^{\,t}$, $M_x = - 3{,}750 + 5{,}781 - 3{,}026 \cdot 0{,}452 = + 0{,}663^{\,mt}$, $c = + \frac{0{,}663}{3{,}026} = + 0{,}219$ (statt $0{,}236)^{\,m}$.

Bei linksseitiger Belastung ist am Auflager

$N_x = 1{,}899 \cdot \frac{0{,}3}{0{,}35} + 2{,}006 \cdot \frac{0{,}18}{0{,}35} = 2{,}659^{\,t}$, $M_x = - 2{,}353 + 1{,}899 \cdot 1{,}158 - 0{,}109 \cdot 4{,}96 = - 0{,}695^{\,mt}$,

$c = - \frac{0{,}695}{2{,}659} = - 0{,}262$ (statt $- 0{,}235)^{\,m}$. Im Schnitt a ist (siehe M_0 bei d für Eigengewicht und linkss. Bel.)

$N_x = 1{,}899^{\,t}$, $M_x = - 2{,}353 + 3{,}557 - 0{,}452 \cdot 1{,}899 - 2 \cdot 0{,}109 = + 0{,}128^{\,mt}$, $c = + \frac{0{,}128}{1{,}899} = + 0{,}067$ (statt $0{,}090)^{\,mt}$. Am Scheitel ist (M_0 bei M_{max} und in der Mitte)

$N_x = 1{,}899^{\,t}$, $M_x = - 2{,}353 + 3{,}629 - 0{,}452 \cdot 1{,}899 = + 0{,}418$, $c = + \frac{0{,}418}{1{,}899} = + 0{,}220$ (statt $0{,}235)^{\,m}$.

Bei rechtsseitiger Belastung ist am Auflager

$N_x = \frac{0{,}92 \cdot 0{,}18}{0{,}35} + 1{,}899 \cdot \frac{0{,}3}{0{,}35} = 2{,}101^{\,t}$, $M_x = - 2{,}353 + 1{,}899 \cdot 1{,}158 + 0{,}109 \cdot 4{,}96 = + 0{,}387^{\,mt}$,

$c = + \frac{0{,}387}{2{,}101} = + 0{,}184$ (statt $0{,}176)^{\,m}$. Im Schnitt a ist (siehe M_0 bei d für Eigengewicht und rechtsr. Bel.)

$N_x = 1{,}899^{\,t}$, $M_x = - 2{,}353 + 2{,}521 - 0{,}452 \cdot 1{,}899 + 2 \cdot 0{,}109 = - 0{,}472$, $c = - \frac{0{,}472}{1{,}899} = - 0{,}249$ (statt $- 0{,}244)^{\,m}$. Am Scheitel ist (M_0 bei M_{max} und in der Mitte)

$N_x = 1{,}899^{\,t}$, $M_x = + 0{,}418$ (s. oben), $c = + 0{,}220$ (statt $0{,}235)^{\,m}$.

In den Formeln für $N_x = V_x \cdot \sin \varphi + H_x \cdot \cos \varphi$, M_x und c sind die Vorzeichen genau einzuhalten, und positive M_x ergeben immer außen Druck und innen Zug und negative M_x immer außen Zug und innen Druck, ebenso ist der positive Abstand c der Stützlinie vom Schwerpunkt immer nach außen aufzutragen und das negative c nach innen. Man erhält alsdann im wesentlichen die gleichen Stützlinien (s. Abb. 5) für beide Berechnungen, und auch die Beanspruchungen aus $\sigma_u^0 = - \frac{N_x}{F} \mp \frac{M_x}{W}$ sind angenähert dieselben, und die zweite Berechnung mit dem Nenner $\Sigma w y^2 + \Sigma \frac{s}{F}$ in H kann als gültig angesehen werden.

Die Maximalbeanspruchungen werden hierfür bei Vollbelastung am Auflager (verglichen mit den Werten auf S. 9 und 10):

$\sigma_0 = - \frac{3793}{41{,}34} + \frac{24600}{445} = - 92 + 55 = - 46$ (statt $- 169$), $\sigma_u = - \frac{3793}{41{,}34} - \frac{24600}{536} = - 92 - 46 = - 147$ (statt $- 47)^{\,kg}$

und in Fuge a bei Vollbelastung

$\sigma_0 = - \frac{3026}{46{,}14} + \frac{27700}{524} = - 66 + 53 = - 13$ (statt $+ 21$), $\sigma_u = - \frac{3026}{46{,}14} - \frac{27700}{583} = - 66 - 47 = - 113$ (statt $- 172)^{\,kg}$

bei linksseitiger Belastung

$$\sigma_0 = - \frac{1899}{46{,}14} - \frac{12800}{524} = - 41 - 24 = - 65,$$

$$\sigma_u = - \frac{1899}{46{,}14} + \frac{12800}{583} = - 41 + 22 = - 19^{\,kg}$$

und bei rechtsseitiger Belastung

$$\sigma_0 = - \frac{1899}{46{,}14} + \frac{47200}{524} = - 41 + 90 = + 49 \text{ (statt} + 154),$$

$$\sigma_u = - \frac{1899}{46{,}14} - \frac{47200}{583} = - 41 - 81 = - 122 \text{ (statt} - 237)^{\,kg}$$

und am Scheitel bei Vollbelastung

$$\sigma_0 = - \frac{3026}{46{,}14} - \frac{66300}{524} = - 66 - 127 = - 193 \text{ (statt} - 162),$$

$$\sigma_u = - \frac{3026}{46{,}14} + \frac{66300}{583} = - 66 + 114 = + 84 \text{ (statt} + 0)^{\,kg}$$

und kann die erste Berechnung mit Stützlinien nur angenähert gelten, wie ja auch die genauen Stützlinien bei der Vergleichung zeigen (die Minimallinie für Vollbelastung ist hierbei genauer als die günstigste Stützlinie).

Die Beleuchtung von Strassenunterführungen.

Von Dipl.-Ing. S. Kiehne (Diedenhofen).

Die Sicherheit des Verkehrs erfordert nicht nur des Nachts, sondern auch am Tage eine ausreichende Beleuchtung der Straßenunterführungen. Bei kurzen Bauwerken genügt das von den beiden Stirnöffnungen einfallende Tageslicht. Ist die Längenausdehnung größer, so vermögen die Stirnöffnungen den mittleren Teil der Unterführung nicht mehr zu erhellen, und es wird eine Lichtzuführung von oben notwendig. Dort, wo die Lage der Gleise eine Unterbrechung der Fahrbahn nicht zuläßt, muß auch am Tage künstliche Beleuchtung angewendet werden.

A. Beleuchtung am Tage.

Die Stärke der Beleuchtung einer Fläche hängt ab von der Lichtstärke, von dem Abstand der beleuchteten Fläche von der Lichtquelle und von dem Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen die Fläche treffen. Die Bestrahlung verleiht der Fläche eine gewisse Helligkeit, welche durch die Menge der zurückgeworfenen Lichtstrahlen, also durch die Beschaffenheit der Oberfläche bestimmt ist. Während die Stärke der Beleuchtung der Berechnung zugänglich ist, ist es nicht möglich, die Anzahl und den Verlauf der zurückgeworfenen Strahlen und damit die Flächenhelligkeit zu ermitteln. Man ist vielmehr darauf angewiesen, die Beschaffenheit der Oberfläche so zu wählen, daß eine möglichst große Anzahl der Lichtstrahlen durch Zurückwerfen für die Helligkeit nutzbar gemacht wird.

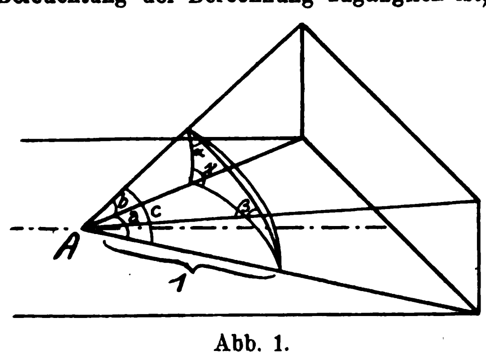


Abb. 1.

Die Beleuchtung der wagerechten Straßenfläche durch die Stirnöffnungen einer Straßenunterführung berechnet sich danach wie folgt: Unter der Annahme zerstreuten Tageslichtes wird der Punkt A der Straßenoberfläche durch das in Abb. 1 gezeichnete Bündel von Strahlen gleicher Lichtstärke beleuchtet. Die Anzahl dieser Lichtstrahlen ist bestimmt durch die Größe der körperlichen Ecke bei A oder durch den Flächeninhalt des Kugelviereckes, welches durch eine um den Punkt A mit dem Halbmesser 1 gelegte Kugel aus der Ecke herausschneidet.

Zur Berechnung des Kugelviereckes zerlegt man dasselbe durch einen diagonalen Hauptkreis in zwei Kugeldreiecke. Der Flächeninhalt eines Kugeldreieckes berechnet sich zu

$$1)\qquad F = \frac{r^2 \cdot \pi}{180} \cdot \varepsilon,$$

worin $\varepsilon = \alpha + \beta + \gamma - 180^\circ$ (der sphärische Exzeß) ist.

Nach der Formel von L'Huilier folgt aus den drei Seiten des Kugeldreieckes

$$2)\qquad \operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{4} = \sqrt{\operatorname{tg}\frac{s}{2} \cdot \operatorname{tg}\frac{s-a}{2} \cdot \operatorname{tg}\frac{s-b}{2} \cdot \operatorname{tg}\frac{s-c}{2}},$$

worin $s = \frac{a+b+c}{2}$ bedeutet.

In Gleichung 1) sind die Seiten a, b, c in Winkelgraden durch einfache trigonometrische Beziehungen zu berechnen. Setzt man den aus Gleichung 2) für ε gewonnenen Wert in Gleichung 1) ein, so ergibt sich für $r = 1$ der Flächeninhalt des Kugeldreieckes als ein Bruchteil der Zahl π.

Um die Helligkeit der wagerechten Straßenfläche zu finden, müßte die Lichtstärke jedes einzelnen Lichtstrahles mit dem Sinus des Einfallwinkels vervielfacht werden. Es ist jedoch genau genug und einfacher, die gesamte Fläche des Kugelviereckes mit dem Sinus eines mittleren Winkels zu vervielfältigen.

Die auf obige Weise gewonnenen Zahlen sind nur Verhältniswerte, die tatsächliche Helligkeit des Punktes A hängt noch von der Tageshelligkeit ab, kommt aber für die nachstehenden Ausführungen nicht in Betracht.

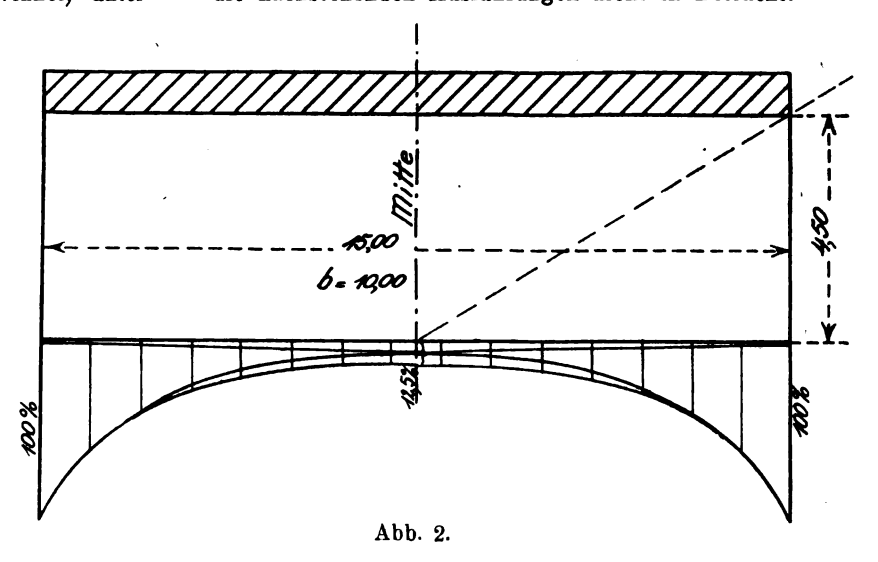


Abb. 2.

In Abb. 2 sind die Beleuchtungswerte für verschiedene Punkte der Straßenmitte ermittelt und aufgetragen. Es geht hervor, daß die Helligkeit nach dem Innern der Unterführung schnell abnimmt. Die Länge der Unterführung, bei welcher man ohne Oberlichter auskommt, richtet sich nach der Größe der Stirnöffnungen und der in der Mitte der Unterführung zugelassenen Mindesthelligkeit. In dem Beispiel Abb. 2 beträgt die Beleuchtung der Straßenmitte 12,5 % derjenigen an der Stirnöffnung.

Auf ähnliche Weise läßt sich die Beleuchtung der senkrechten Widerlagerwände festlegen.

Etwaige Zwischenstützen verringern die durch die Stirnöffnungen einfallende Lichtmenge und sind bei der Berechnung zu berücksichtigen.

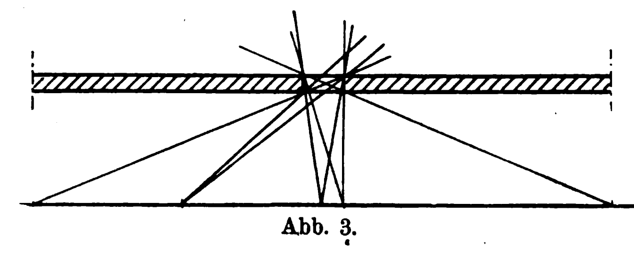


Abb. 3.

Der Berechnung des Beleuchtungswertes und des Abstandes der Oberlichter liegen dieselben Ueberlegungen zugrunde. (Abb. 3.)

In den obigen Berechnungen wurde nur die Beleuchtung der Flächen infolge unmittelbarer Bestrahlung berücksichtigt. Eine große Rolle spielen jedoch auch die

Strahlen, welche von den Seitenwänden und in zweiter Linie von der Decke zurückgeworfen werden, sie schaffen einen Ausgleich zwischen den verschiedenen Beleuchtungsstärken der einzelnen Flächen. Die Oberlichter sind daher so anzuordnen und auszubilden, daß sie nicht nur eine möglichst große Lichtfülle einströmen lassen, sondern auch die zurückgeworfenen Strahlen nach allen Seiten verteilen.

Die Oberlichter werden entweder offen gelassen (Abb. 4, 5, 6) oder mit Glas gedeckt (Abb. 7, 8).

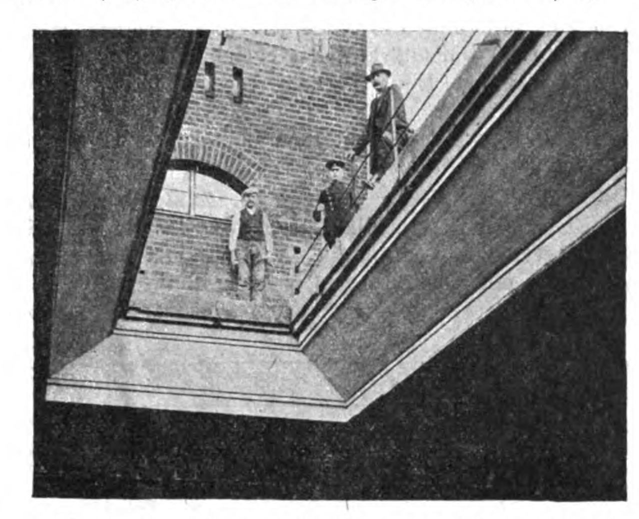


Abb. 4. *Oberlicht der Unterführung der Windscheidstraße in Charlottenburg.*

Die offenen Oberlichter werden mit einem Schutzgeländer versehen, dessen Abstand von der Mitte des benachbarten Gleises mindestens 2,50 m beträgt. Das Geländer ist so auszubilden, daß beim Stopfen der Schwellen keine Steine auf die Straße fallen. In Abb. 6 ist deshalb an dem schmiedeeisernen Geländer ein 0,30 m hohes Fußblech angeordnet, noch sicherer wirkt ein in ganzer Höhe des Geländers senkrecht gespanntes Drahtgeflecht. Bei Beton- und Eisenbetonbrücken wird das Geländer häufig vollwandig aus Eisenbeton ausgeführt, die Lichtwirkung wird aber infolge der Erhöhung des Lichtschachtes abgeschwächt. „Durchlöchertes Eisenblech, das z. B. bei einer Straßenunterführung in Düsseldorf angewendet wurde, gewährt dem Tageslicht nicht genügenden Durchtritt, außerdem sammelt sich viel Schmutz an, der bei Regenwetter auf die Straße hinuntergespült wird und zu steten Klagen Anlaß gibt. Besser ist es, die Lichtspalten mit einem in einen leichten Eisenrahmen gespannten Zinkdrahtgeflecht oder mit einem Rost aus hochstehenden dünnen Flacheisen zu überziehen." [1])

Die offenen Oberlichter bewirken zugleich eine Entlüftung der Straßenunterführung, bieten aber keinen Schutz gegen Regen. Es ist zwar nicht die Aufgabe einer Unterführung, als Regendach zu dienen, immerhin ist der häufige Wechsel von überdachten und offenen Teilen lästig für den Personenverkehr.

Durch Eindeckung der Oberlichter mit Glas wird die Stärke des einfallenden Lichtes abgeschwächt, die Oberlichter bedürfen außerdem öfters einer Reinigung von dem anhaftenden Schmutz und Kohlenstaub. Im Winter bewirkt der Schnee eine Verdunkelung.

Glasscheiben mit Drahteinlagen haben zwar eine größere Biegefestigkeit als gewöhnliches Rohglas und bieten zugleich einen Schutz gegen das Herabfallen von Glasscherben bei eintretendem Bruch, so daß sie das Drahtnetz, das bei gewöhnlichem Glas unterhalb des Oberlichtes angeordnet zu werden pflegt, ersetzen[2]). Sie sind jedoch nur bei größerer Stärke begehbar und müssen andernfalls in erhöhter Lage flach oder satteldachförmig angebracht werden, so daß sie beim Ueberschreiten der Gleise ein Verkehrshindernis bilden.

Die bekannten Oberlichter der Luxfer-Prismen-Ges. m. b. H. in Weißensee-Berlin werden in gußeiserne Rahmen gefaßt und sind sicher betretbar, an ihrer Oberseite sind sie gegen Ausgleiten noch mit besonderen Gleitschutzknaggen versehen. Abb. 8 zeigt die Luxfer-Oberlichtanlage der 200 m langen Unterführung der Berliner Straße in Leipzig, welche durch 500 qm Oberlichter erhellt wird. Da die Geländer überflüssig sind, können die Lichtöffnungen näher an die Gleise heranrücken, wodurch eine größere Lichtfläche entsteht. Die Prismen verteilen das Licht nach allen Seiten. Die Lichtquelle wird gleichsam in das Oberlicht verlegt, und dieses selbstleuchtend gemacht. Die gesamte Lichtfülle, welche das Oberlicht einzulassen vermag, kommt also allen Teilen der Unterführung zugute, ohne daß die Straßenoberfläche einen Teil

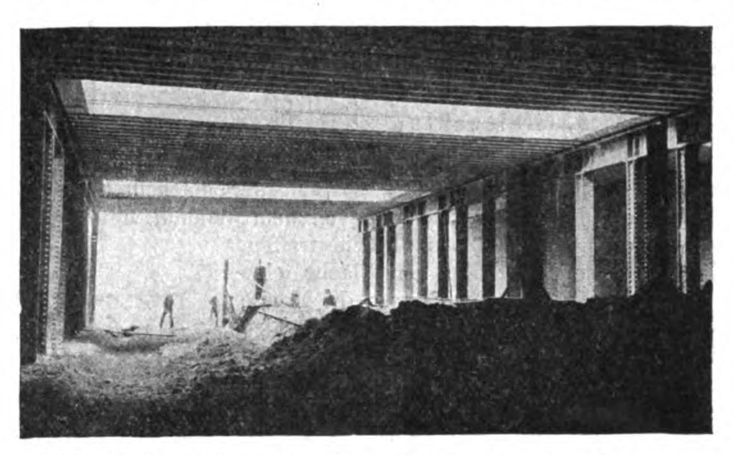


Abb. 5. *Unterführung der Windscheidstraße in Charlottenburg.*

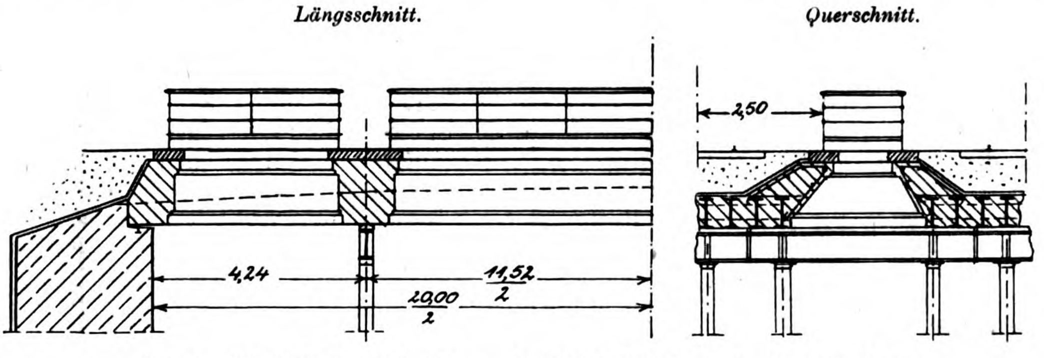


Abb. 6. *Oberlicht der Unterführung der Windscheidstraße in Charlottenburg.*

[1]) Brabandt, Der vollwandige Zweigelenkbogen. W. Ernst & Sohn, Berlin 1910, S. 25.

[2]) Breymann, Allgemeine Baukonstruktionslehre, Bd. III. Gebhardts Verlag, Leipzig 1902, S. 226.

der Lichtstrahlen ungenutzt verschluckt. Die in Abb. 7 vorgeführte Oberlichtanlage am Untergrundbahnhof Bismarckstraße in Charlottenburg ist auch bei Straßenunterführungen anwendbar. Das Tageslicht wird von den oberen Glasfliesen senkrecht auf die unten eingesetzten Prismen geleitet und von dort nach allen Richtungen zerstreut. Je tiefer die Prismen angeordnet sind, desto günstiger ist die Lichtwirkung.

Oft ist es zweckmäßig, das Oberlicht über dem Fahrdamm offen zu lassen, über den Bürgersteigen jedoch zum Schutz gegen Regen mit Glas abzudecken.

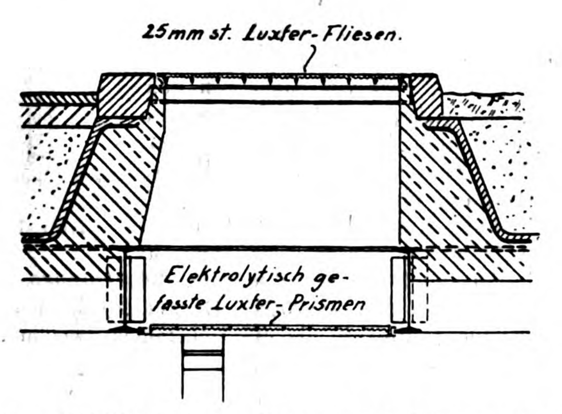


Abb. 7. *Oberlichtanlage am Untergrundbahnhof Bismarckstraße in Charlottenburg.*

Die Anordnung der Oberlichter richtet sich nach der Art des Brückenüberbaues. Bei eisernen Brücken führt man die Oberlichter, wenn die Hauptträger mit den Gleisen gleichlaufen, von Widerlager zu Widerlager durch. Die Einteilung der Hauptträger richtet sich dann nach der Lage des Lichtschlitzes. Im Bahnhofsgebiet, wo Weichenstraßen über das Bauwerk hinwegführen, ist die Ausführung eines durchgehenden Schlitzes selten möglich, man begnügt sich dann mit einzelnen Oeffnungen, da auch die kleinste Oeffnung für die Beleuchtung der unterführten Straße wertvoll ist. Man teilt die Hauptträger zunächst ohne Rücksicht auf die Beleuchtung ein und ersetzt an geeigneten Stellen die Buckelplatten durch Oberlichter. Abb. 8 zeigt, wie auch bei schiefer Lage der Straßenachse gegen die Richtung der Gleise jede freie Stelle zwischen den Gleisen für die Beleuchtung zur Geltung kommt.



Abb. 8. *Luxfer-Oberlichtanlage der Unterführung der Berliner Straße in Leipzig.*

In den Abb. 4, 5, 6 sind die Oberlichter der Unterführung der Windscheidstraße in Charlottenburg [3]) dargestellt, deren Fahrbahn aus einbetonierten Blech- und Walzträgern besteht. Durch starkes Ueberkragen der in Eisenbeton ausgebildeten Stirnmauern hat man eine günstige Lichtwirkung erzielt. Die Stirnen sind mit Vorsatzbeton aus hellem Muschelkalk verkleidet und steinmetzmäßig bearbeitet worden. Die Eisenbetonbalken über den Zwischenstützen sind mit Geländern umgrenzt und so breit ausgeführt, daß die Eisenbahnleute bei Gefahr ausweichen können. Wenn die Stirnmauern stark ausladen, werden sie biegungsfest ausgebildet und durch schmale Zwischenrippen versteift.

Die Lichtöffnungen gewölbter Brücken werden ähnlich ausgebildet.

Wo späterhin Verlegungen der Oberlichter in Frage kommen, ist bei Bearbeitung des Entwurfes zunächst die Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Meist sind die Kosten für Bau und Verlegung der Oberlichter geringer als die in Geldwert umgesetzten Betriebskosten einer künstlichen Beleuchtung am Tage. Es bereitet bei eisernen Bauwerken keine Schwierigkeiten, die Buckelplatten gegen Oberlichter auszuwechseln und umgekehrt letztere nachträglich mit Buckelplatten abzudecken, besonders wenn man beim Entwurf auf etwaige Verlegungen, z. B. durch Schraubenverbindungen, Rücksicht genommen hat. Die Auswechselung der mit Beton ausgestampften Walzträger ist ebenfalls nicht schwierig. Am meisten Mühe verursacht das nachträgliche Durchbrechen von Gewölben, besonders von solchen aus Eisenbeton.

B. Beleuchtung bei Nacht.

Die Lichtstärke eines Beleuchtungskörpers wird nach der Einheit 1 Lux = 1 Meterkerze gemessen. 1 Lux ist also derjenige Helligkeitsgrad einer weißen Fläche, welcher entsteht, wenn dieselbe von einer Normalkerze aus der Entfernung von 1^{m} senkrecht beleuchtet wird. Ein Lichtstrahl von der Stärke J, welcher unter dem Ausstrahlungswinkel α zur Senkrechten die wagerechte Fläche AB (Abb. 9) trifft, erzeugt dort eine Beleuchtung, wenn h der senkrechte Abstand der Lichtquelle L von der Fläche ist:

$$1)\qquad E_\alpha = \frac{J\cdot\cos^3\alpha}{h^2}.$$

Soll der Beleuchtungsgrad der wagerechten Fläche an allen Stellen derselbe $= E$ sein, so berechnet sich die erforderliche Lichtstärke unter den verschiedenen Ausstrahlungswinkeln zu

$$2)\qquad J_\alpha = \frac{E\cdot h^2}{\cos^3\alpha}.$$

Die Beleuchtung der senkrechten Fläche AC wird, wenn β der Ausstrahlungswinkel gegen die Wagerechte ist,

$$3)\qquad E_\beta = \frac{J\cdot\cos^3\beta}{\left(\frac{l}{2}\right)^2},$$

die erforderliche Lichtstärke

$$4)\qquad J_\beta = \frac{E\cdot\left(\frac{l}{2}\right)^2}{\cos^3\beta}\ ^{4)}.$$

Für die in Abb. 9 gegebene Anordnung der Lichtquelle sind, um eine gleichmäßige Beleuchtung der Straßenoberfläche und der Seitenwände hervorzurufen, die für die verschiedenen Richtungen eingezeichneten Lichtstärken erforderlich. Sache des Beleuchtungstechnikers

[3]) Vgl. Deutsche Bauzeitung 1914, Nr. 69, 70; Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 1917, Heft 3—5.

[4]) Vgl. Journal f. Gasbeleuchtung 1908, Nr. 6.

ist es nun, die für diese Verhältnisse geeignete Beleuchtungsart und den passenden Beleuchtungskörper auszuwählen. Im allgemeinen entspricht die Nachtbeleuchtung einer Straßenunterführung derjenigen von geschlossenen Räumen.

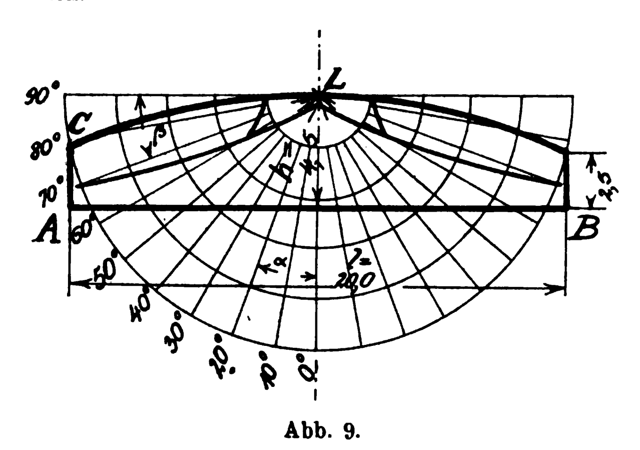


Abb. 9.

Die Anordnung der Beleuchtungskörper richtet sich nach der Bauart der Unterführung. Das empfindliche Gasglühlicht darf nicht an Stellen angebracht werden, welche den Erschütterungen der Eisenbahnfahrzeuge besonders stark ausgesetzt sind. Scharfe Schlagschatten durch etwaige Zwischenstützen sind zu vermeiden. Bei der Unterführung der Windscheidstraße (Abb. 5) wurden die Gaslampen nach Abb. 10 paarweise an den Säulen befestigt. Sie beleuchten Fahrdamm und Bürgersteig zugleich und laufen nicht Gefahr von vorüberfahrenden Fuhrwerken angestoßen und beschädigt zu werden. Nach Auskunft der Direktion der städtischen Gaswerke in Charlottenburg ist trotz der Erschütterungen durch die Eisenbahn kaum ein merklicher Mehrverbrauch an Glühkörpern gegenüber demjenigen an den Laternen der öffentlichen Straßen festzustellen.

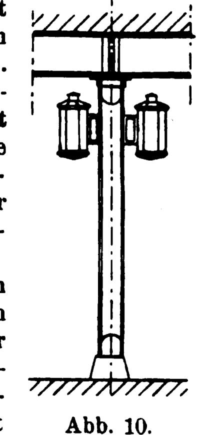


Abb. 10.

Damit möglichst viel Licht von den Wänden zurückgestrahlt wird, werden diese in lichten Tönen verputzt oder mit hellen Fliesen verkleidet. Eisenteile erhalten einen hellfarbigen Anstrich. Auf diese Weise wird nicht nur die Helligkeit vergrößert, sondern auch ein Ausgleich der verschiedenen Beleuchtungsstärken bewirkt. Ebene oder gewölbte Decken erscheinen günstiger für die Helligkeit als die Hohlräume zwischen den Hauptträgern eiserner Brücken.

Knickung gerader Stäbe in Abhängigkeit von dem Formänderungsgesetz.

Von Regierungsbaumeister Grüning (Cuxhaven).

Die Bedingungen des Gleichgewichts und die Formänderung eines durch eine achsial gerichtete Druckkraft P belasteten geraden Stabes in der Nähe der Knickgrenze soll in folgendem mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Verrückungen untersucht werden. Wird die Arbeit der äußeren Kraft U und die Formänderungsarbeit A_i als Funktion der Koordinaten der elastischen Linie des ausgebogenen Stabes dargestellt, so gilt, da die elastische Linie die Lage des Gleichgewichts zwischen äußeren und inneren Kräften bezeichnet, die Gleichung

$$\delta W = \delta U - \delta A_i = 0,$$

in welcher das Zeichen δ eine mit den geometrischen Bedingungen des Systems verträgliche Variation angibt. Dabei ist die Stabilität des Gleichgewichtes gemäß der von Lejeune-Dirichlet[1]) gegebenen Präzisierung der Aussage der Gleichung des Prinzips der virtuellen Verrückungen an die Bedingung eines Maximums für W geknüpft.

Es bezeichne

e den Abstand der Kraftlinie von der Stabachse,

$\mathfrak{M}_x = P\,(e + y)$ das Moment der äußeren Kraft für den Punkt x, y der Stabachse und wegen des bestehenden Gleichgewichts auch das Moment der inneren Spannungen im Querschnitt x,

q die gegenseitige elastische Verschiebung der Angriffspunkte der Kräfte P infolge der Ausbiegung,

$d\tau$ den Winkel zwischen zwei um das Längenelement dl voneinander entfernten Querschnitten der ausgebogenen Stabachse. Dann ist

$$\text{1)} \qquad \delta W = P\,\delta q - 2\int_0^{l/2} \mathfrak{M}_x\,\delta\,d\tau.$$

Die Arbeit infolge der elastischen Längenänderung der Stabachse ändert sich bei der Ausbiegung um eine Größe, die $\int_0^l \sin^2\tau\,dl$ proportional ist. Der dieser entsprechende Beitrag zu δW ist also so außerordentlich klein, daß er ohne weiteres vernachlässigt werden kann.

Virtuelle Verrückungen für jede Lage sind solche, welche den unendlich kleinen Verrückungen aus der betrachteten Lage proportional sind. Man erhält also δq und $\delta d\tau$ durch Variation der wirklichen elastischen Verrückungs-Komponenten nach einem Parameter und Multiplikation mit diesem. Das Formänderungsgesetz des Materiales sei durch

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = D = \varphi\,(\sigma)$$

als Funktion der Spannung dargestellt. Die Gleichung der elastischen Linie der Stabachse ist eine Cosinus-Linie, deren Bogenlänge l bei veränderlichen Werten der Ausbiegung konstant bleibt. Die Länge der Sehne zwischen den Endpunkten des Stabes s ist also eine Funktion der Ausbiegung in der Stabmitte f. Ist die Sehne Abszissenachse und ein Endpunkt Ursprung des Koordinatensystems, so sei die Ordinate y der elastischen Linie durch die Gleichung

$$\text{2)} \qquad y = f\left[\frac{\cos\left(\frac{1}{2} - w\right)\psi - \cos\frac{1}{2}\,\psi}{1 - \cos\frac{1}{2}\,\psi}\right]$$

gegeben. In dieser bezeichnen

$$w = \frac{x}{s}$$

$$\psi = \frac{s}{i}\sqrt{\frac{D' + D''}{2\,D' \cdot D''} \cdot \frac{k_0}{\mu}}$$

$k_0 = \frac{P}{F}$ die mittlere Spannung, D' und D'' die Werte, welche der Modul D für die Spannung σ' bzw. σ'' in den äußersten Fasern des Querschnittes bzw. bei Gliederstäben in den Gurtungen annimmt;

i den Trägheitsradius, v den Abstand der äußersten Fasern des Querschnittes, μ einen Koeffizienten, der von der Form des Querschnittes und der Gliederung des

---

1) P. G. Lejeune-Dirichlet. Ueber die Stabilität des Gleichgewichts. Journal für Mathematik Bd. 32.

Stabes abhängig ist und im allgemeinen nicht wesentlich von 1 abweicht. Im übrigen ist die Größe von μ in folgendem ohne Belang.

Mit D = konstant = E stellt Gleichung 2 die für ein lineares Formänderungsgesetz geltende Beziehung dar.

Wird f als variabler Parameter betrachtet, so gibt die Gleichung 2 unter der Bedingung

$$3)\qquad l = 2s\int_0^{1/2} dw \sqrt{1 + \frac{1}{s^2}\left(\frac{dy}{dw}\right)^2}$$

eine Schar von möglichen Biegungslinien an. Für den Fall des Gleichgewichts zwischen äußeren und inneren Kräften gilt

$$4)\qquad f = e'\,\frac{1 - \cos\frac{1}{2}\psi}{\cos\frac{1}{2}\psi};\quad e' = e + \frac{2i^2}{v}\,\frac{D' - D''}{D' + D''}.$$

Damit ergibt sich für das Moment der inneren Spannungen im Querschnitt x, da sie mit der äußeren Kraft im Gleichgewicht sein müssen

$$5)\qquad M_x = P(e + y) = Pf\,\frac{\cos\left(\frac{1}{2} - w\right)\psi}{1 - \cos\frac{1}{2}\psi} - P\,\frac{2i^2}{v}\,\frac{D' - D''}{D' + D''}.$$

Vorstehende Gleichungen sind vom Verfasser in der Abhandlung: Knickung genieteter vollwandiger Druckstäbe[2]) zunächst für solche aufgestellt.

Aus der dort gegebenen Ableitung ist ersichtlich, daß sie mit hinreichender Genauigkeit auch auf Stäbe geschlossener Querschnitte anwendbar sind, sofern der Form des Querschnittes in dem Koeffizienten μ Rechnung getragen wird, was hinsichtlich gewisser Querschnitte schon a. a. O. bemerkt wurde. Wie weit das gilt, erhellt aus folgender Erwägung:

Es bezeichne in einem beliebigen symmetrischen Querschnitt z den Abstand des Flächenelementes von der zur Biegungsebene rechtwinkligen Hauptachse, $\Delta\sigma$ die Differenz zwischen der wirklichen Spannung und der durch σ' und σ'' bestimmten Geraden. Aus der Momentengleichung folgt

$$\sigma' - \sigma'' = \left[\mathfrak{M} - \int_{-v/2}^{+v/2}\Delta\sigma\cdot z\cdot dF\right]\frac{v}{J}.$$

Das zweite Glied der rechten Seite verschwindet, wenn $\Delta\sigma$ symmetrisch zur Achse $z = 0$ ist. Die Abweichung von dem genauen Wert ist also in jedem Falle sehr klein, wenn das zweite Glied vernachlässigt wird. Die zweite Gleichgewichtsbedingung liefert

$$\sigma' + \sigma'' = -\frac{2P}{F} - \frac{2}{F}\int_{-v/2}^{+v/2}\Delta\sigma\, dF.$$

Das Integral ist der Inhalt des Teiles des Spannungsdiagrammes, der zwischen Spannungskurve und der Geraden $\sigma' - \sigma''$ liegt. Da dieser mit $\varepsilon' - \varepsilon'' = 0$ und ebenso mit $D' - D'' = 0$ verschwindet, kann

$$\int_{-v/2}^{+v/2}\Delta\sigma\, dF = (\varepsilon' - \varepsilon'')\,(D' - D'')\,F_1$$

gesetzt und für F_1 ein Mittelwert eingeführt werden, der aus einer Anzahl von Diagrammen für verschiedene Werte $D' - D''$ zu berechnen ist. Nunmehr wird in

$$\varepsilon' - \varepsilon'' = (\sigma' - \sigma'')\frac{(D' + D'')}{2\,D'\,D''} - (\sigma' + \sigma'')\frac{(D' - D'')}{2\,D'\,D''}$$

$\sigma' - \sigma''$ und $\sigma' + \sigma''$ eingesetzt, dann erhält man

$$\varepsilon' - \varepsilon'' = \left[\mathfrak{M} + P\,\frac{2i^2}{v}\,\frac{D' - D''}{D' + D''}\right]\frac{v}{J\cdot\frac{2D'\cdot D''}{D' + D''}\cdot\mu}$$

$$\mu = 1 + \frac{(D' - D'')^2}{D'\cdot D''}\,\frac{F_1}{F}$$

[2]) Jahrgang 17, pag. 83 ff. der Zeitschrift für Arch. und Ingenieurwesen.

ein Wert, der geschätzt und nachträglich erforderlichen Falles berichtigt werden kann.

Das Biegungspolygon gegliederter Stäbe weicht in den Knotenpunkten von der oben gegebenen cosinus-Linie nach beiden Seiten um die Werte einer Exponentialfunktion ab, die sehr klein sind und von den Stabenden nach der Mitte zu abnehmen. Die Gleichung ist für eine bestimmte Art der Gliederung vom Verfasser im Eisenbau 1913 Heft 11 aufgestellt, sie kann in analoger Weise für andere Anordnungen der Gliederung abgeleitet werden. Für den vorliegenden Zweck sind die Gleichungen 2—4 also auch auf gegliederte Stäbe anwendbar. Die Art der Gliederung ist in dem Koeffizienten μ zu berücksichtigen.

Es ist

$$6)\qquad q = l - s + 2e\sin\tau_0,$$

worin τ_0 den Neigungswinkel der Tangente an die Biegungslinie gegen die Stabachse im Endpunkt bezeichnet. Aus Gleichung 3 folgt durch Reihenentwicklung

$$l = 2s\int_0^{1/2} dw\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{s}\right)^2\left(\frac{dy}{dw}\right)^2 - \frac{1}{2\cdot 4}\left(\frac{1}{s}\right)^4\left(\frac{dy}{dw}\right)^4 + \right.$$
$$\left. + \frac{1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6}\left(\frac{1}{s}\right)^6\left(\frac{dy}{dw}\right)^6\cdots\right].$$

Durch Einführung der ersten Ableitung $\frac{dy}{dw}$ aus Gleichung 2 entsteht mit den Bezeichnungen

$$\vartheta = \frac{f}{s}$$

$$\omega = \frac{\psi}{1 - \cos\frac{1}{2}\psi}$$

$$l = 2s\int_0^{1/2} dw\left[1 + \frac{1}{4}(\vartheta\omega)^2\sin^2\left(\frac{1}{2} - w\right)\psi - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{2\cdot 4}(\vartheta\omega)^4\sin^4\left(\frac{1}{2} - w\right)\psi + \frac{1\cdot 3}{2\cdot 4\cdot 6}(\vartheta\omega)^6\sin^6\left(\frac{1}{2} - w\right)\psi - \cdots\right]$$

und nach Ausführung der Integration

$$7)\qquad l = s\left[1 + \frac{1}{4}(\vartheta\omega)^2\left(1 - \frac{\sin\psi}{\psi}\right) - \frac{1}{3}\left(\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}\right)^2(\vartheta\omega)^4\left(1 - \frac{4}{3}\frac{\sin\psi}{\psi} + \right.\right.$$
$$\left. + \frac{1}{3}\frac{\sin 2\psi}{2\psi}\right) + \frac{1}{5}\left(\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}\right)^2(\vartheta\omega)^6\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\sin\psi}{\psi} + \right.$$
$$\left.\left. + \frac{3}{5}\frac{\sin 2\psi}{2\psi} - \frac{1}{10}\frac{\sin 3\psi}{3\psi}\right) - \cdots\right].$$

Ferner ist

$$2e\sin\tau_0 = \frac{2e\,\mathrm{tg}\,\tau_0}{\sqrt{1 + \mathrm{tg}^2\,\tau_0}}.$$

Aus Gleichung 2 wird $\mathrm{tg}\,\tau_0$ abgeleitet. Man erhält

$$2e\sin\tau_0 = 2e\,\frac{\vartheta\omega\sin\frac{1}{2}\psi}{\sqrt{1 + (\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi}}$$

Nunmehr wird q nach ϑ variiert, wobei ψ als konstant behandelt werden darf, und die Variation mit ϑ multipliziert. So entsteht

$$8)\qquad \delta q = \frac{s(\vartheta\omega)^2}{2}\left[\left(1 - \frac{\sin\psi}{\psi}\right) - \frac{8}{3}\left(\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}\right)^2(\vartheta\omega)^2\left(1 - \frac{4}{3}\frac{\sin\psi}{\psi} + \right.\right.$$
$$\left. + \frac{1}{3}\frac{\sin 2\psi}{2\psi}\right) + \frac{2\cdot 6}{5}\left(\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}\right)^2(\vartheta\omega)^4\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\sin\psi}{\psi} + \right.$$
$$\left.\left. + \frac{3}{5}\frac{\sin 2\psi}{2\psi} - \frac{1}{10}\frac{\sin 3\psi}{3\psi}\right)\cdots\right]$$
$$+ 2e\,\frac{\vartheta\omega\sin\frac{1}{2}\psi}{\sqrt{\left(1 + (\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi\right)^3}}$$

im letzten Gliede kann genau genug

$$\sqrt{\left(1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi\right)^3} = 1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi$$

gesetzt werden.

Die virtuelle Verrückung $\delta d\tau$ erhält man auf folgendem Wege: Es ist

$$d\tau = \frac{dl}{\rho} = -\frac{\frac{d^2y}{dx^2}\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}{\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}\,dx$$

$$d\tau = -\frac{d^2y}{dw^2}\,\frac{dw}{s}\cdot\frac{1}{1+\left(\frac{1}{s}\right)^2\left(\frac{dy}{dw}\right)^2}.$$

Daraus folgt durch Reihenentwicklung

$$d\tau = -\frac{dw}{s}\cdot\frac{d^2y}{dw^2}\left[1-\left(\frac{1}{s}\right)^2\left(\frac{dy}{dw}\right)^2+\left(\frac{1}{s}\right)^4\left(\frac{dy}{dw}\right)^4 - \left(\frac{1}{s}\right)^6\left(\frac{dy}{dw}\right)^6+\cdots\right]$$

und weiter durch Einführung der ersten und zweiten Ableitung aus Gleichung 2

$$d\tau = dw\cdot\vartheta\omega^2\left(1-\cos\frac{1}{2}\psi\right)\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\left[1-(\vartheta\omega)^2\sin^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi+(\vartheta\omega)^4\sin^4\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi-(\vartheta\omega)^6\sin^6\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi+\cdots\right].$$

Man erhält also durch Variation nach ϑ bei konstantem ψ und Multiplikation mit ϑ

$$9)\quad \delta d\tau = dw\cdot\vartheta\omega^2\left(1-\cos\frac{1}{2}\psi\right)\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\left[1-3(\vartheta\omega)^2\sin^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi + 5(\vartheta\omega)^4\sin^4\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi-7(\vartheta\omega)^6\sin^6\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi+\cdots\right].$$

Damit wird

$$\begin{aligned}\delta A_i = {} & Ps\,\vartheta^2\omega^2\, 2\int_0^{1/2} dw\left[\cos^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi - 3(\vartheta\omega)^2\cos^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi + {}\right.\\ & \left.+ 5(\vartheta\omega)^4\cos^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^4\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi - 7(\vartheta\omega)^6\cos^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^6\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi+\cdots\right]\\ & - P\frac{v}{2}\,\frac{D'-D''}{D'+D''}\,\vartheta\omega^2\left(1-\cos\frac{1}{2}\psi\right)2\int_0^{1/2}dw\left[\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi - {}\right.\\ & - 3(\vartheta\omega)^2\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^2\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi + 5(\vartheta\omega)^4\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^4\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi - {}\\ & \left.- 7(\vartheta\omega)^6\cos\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi\,\sin^6\left(\frac{1}{2}-w\right)\psi+\cdots\right].\end{aligned}$$

Nach Ausführung der Integration wird

$$\begin{aligned}10)\quad \delta A_i = {} & \frac{Ps(\vartheta\omega)^2}{2}\left[\left(1+\frac{\sin\psi}{\psi}\right)-\frac{3}{4}(\vartheta\omega)^2\left(1-\frac{\sin2\psi}{2\psi}\right)+\frac{3\cdot5}{4\cdot6}(\vartheta\omega)^4\left(1-\frac{1}{2}\frac{\sin\psi}{\psi}-\frac{\sin2\psi}{2\psi}+\frac{1}{2}\frac{\sin3\psi}{3\psi}\right) - {}\right.\\ & \left.-\frac{3\cdot5\cdot7}{4\cdot6\cdot8}(\vartheta\omega)^6\left(1-\frac{4}{5}\frac{\sin\psi}{\psi}-\frac{4}{5}\frac{\sin2\psi}{2\psi}+\frac{4}{5}\frac{\sin3\psi}{3\psi}-\frac{1}{5}\frac{\sin4\psi}{4\psi}\right)+\cdots\right]\\ & - Pv\,\frac{D'-D''}{D'+D''}\,\vartheta\omega\sin\frac{1}{2}\psi\left[1-(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi+(\vartheta\omega)^4\sin^4\frac{1}{2}\psi-(\vartheta\omega)^6\sin^6\frac{1}{2}\psi+\cdots\right].\end{aligned}$$

Durch Einführung von 8 und 10 in Gleichung 1 erhält man

$$\begin{aligned}\delta W = {} & \frac{Ps(\vartheta\omega)^2}{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi}\left[-\frac{\sin\psi}{\psi}+\frac{2\sin\frac{1}{2}\psi}{\omega f}\,\frac{2i^2}{v}\,\frac{D'-D''}{D'+D''}+\left\{\frac{1\cdot3}{2\cdot4}(\vartheta\omega)^2\left[\left(1-\frac{\sin2\psi}{2\psi}\right) - {}\right.\right.\right.\\ & \left.-\frac{1}{2}\left(1-\frac{4}{3}\frac{\sin\psi}{\psi}+\frac{1}{3}\frac{\sin2\psi}{2\psi}\right)\right]-\frac{1\cdot3\cdot5}{2\cdot4\cdot6}(\vartheta\omega)^4\left[\left(1-\frac{1}{2}\frac{\sin\psi}{\psi}-\frac{\sin2\psi}{2\psi}+\frac{1}{2}\frac{\sin3\psi}{3\psi}\right)-\frac{1\cdot3}{2\cdot4}\left(1-\frac{3}{2}\frac{\sin\psi}{\psi} + {}\right.\right.\\ & \left.\left.\left.\left.+\frac{3}{5}\frac{\sin2\psi}{2\psi}-\frac{1}{10}\frac{\sin3\psi}{3\psi}\right)\right]+\cdots\right\}\left\{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi\right\}-(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi\,\frac{\sin\psi}{\psi}\right]+\frac{2P\vartheta\omega e\sin\frac{1}{2}\psi}{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi}.\end{aligned}$$

Hierin kann das Produkt

$$\left\{\cdot\text{Reihe}\cdot\right\}\left\{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi\right\}$$

mit sehr großer Genauigkeit gleich dem ersten, von $(\vartheta\omega)^2$ abhängigen Glied gesetzt werden. Nach einigen Umformungen erhält man

$$\begin{aligned}11)\quad \delta W = {} & \frac{Ps(\vartheta\omega)^2}{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\psi}\left[-\frac{\sin\psi}{\psi}\left(1 - \frac{1-\cos\frac{1}{2}\psi}{\cos\frac{1}{2}\psi}\,\frac{2i^2}{v}\cdot\frac{1}{f}\,\frac{D'-D''}{D'+D''}\right)+\frac{1\cdot3}{2\cdot4}(\vartheta\omega)^2\left(\frac{1}{2} - {}\right.\right.\\ & \left.\left.-\frac{2}{3}\frac{\sin\psi}{\psi}+\frac{1}{6}\frac{\sin2\psi}{2\psi}\right)+\frac{2e}{\vartheta\omega\cdot s}\sin\frac{1}{2}\psi\right].\end{aligned}$$

Der Winkel ψ ist von s abhängig, also mit $(\vartheta\omega)^2$ veränderlich. Ferner kann $\frac{D'-D''}{D'+D''}$ als Funktion von $(\vartheta\omega)^2$ dargestellt werden. In Gleichung 11 müssen daher die Winkelfunktionen und $\frac{D'-D''}{D'+D''}$ nach Potenzen von $(\vartheta\omega)^2$ entwickelt werden. Die Untersuchung kann unbeschadet der allgemeinen Gültigkeit der Schlußfolgerung auf kleine Werte der Ausbiegung f beschränkt werden, so daß $(\vartheta\omega)^2$ stets eine sehr kleine Größe ist. Da ferner die Koeffizienten der höheren Potenzen nicht von höherer Größenordnung sind, als die der zweiten,

so kann die Reihenentwicklung mit dem Glied der zweiten Potenz, im Koeffizienten von $(\vartheta\omega)^2$ mit dem konstanten Glied abgebrochen werden.

Es bezeichne D_0 den Wert von D, welcher der Spannung k_0 zugehört, dann kann gesetzt werden

$$\frac{D'-D''}{D'+D''} = -\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\,\frac{\frac{\partial D_0}{\partial\sigma}+\frac{1}{6}\frac{\partial^3 D_0}{\partial\sigma^3}\left(\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\right)^2+\cdot}{D_0+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 D_0}{\partial\sigma^2}\left(\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\right)^2+\cdot}$$

$$12)\quad \frac{D'-D''}{D'+D''} = -\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\left[\gamma_{10}-\gamma_1'\left(\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\right)^2+\cdot\cdot\right],$$

worin

$$\gamma_{10} = \frac{\frac{\partial D}{\partial\sigma}}{D_0}$$

$$\gamma_1' = \frac{3\frac{\partial D_0}{\partial\sigma}\cdot\frac{\partial^2 D_0}{\partial\sigma^2}-\frac{\partial^3 D_0}{\partial\sigma^3}D_0}{6\,D_0^2}$$

ist. Aus

$$\sigma'-\sigma'' = \frac{M_m v}{J}$$

folgt durch Einführung von Gleichung 5 für $w = \frac{1}{2}$.

$$13)\quad \sigma'-\sigma'' = k_0\frac{v}{2i^2}\,\frac{f}{1-\cos\frac{1}{2}\psi}-2k_0\frac{D'-D''}{D'+D''}.$$

Entwickelt man nunmehr aus 12 und 13 $\frac{D'-D''}{D'+D''}$ als Funktion von $\frac{f}{i}\cdot\frac{1}{1-\cos\frac{1}{2}\psi}$, so erhält man bei Beschränkung auf die beiden ersten Glieder

$$14)\quad \frac{1-\cos\frac{1}{2}\psi}{\cos\frac{1}{2}\psi}\,\frac{2i^2}{v}\,\frac{1}{f}\,\frac{D'-D''}{D'+D''} = -\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}+$$
$$+(\vartheta\omega)^2\left(\frac{l}{i}\right)^2\left(\frac{v}{2i}\right)^2\left(\frac{k_0}{1-k_0\gamma_{10}}\right)^4\frac{1}{\psi^2\cos\frac{1}{2}\psi}\,\frac{\gamma_1'}{k_0}.$$

Zur Entwicklung der Winkelfunktionen werde der Winkel

$$\chi = \frac{l}{i}\sqrt{\frac{D'+D''}{2D'\cdot D''}\cdot\frac{k_0}{\mu}}$$

eingeführt, dann ist

$$\psi = \chi\left(1-\frac{l-s}{l}\right)$$

und nach Einführung von $\frac{l-s}{l}$ aus 7.

$$\psi = \chi\left[1-\frac{1}{4}(\vartheta\omega)^2\left(1-\frac{\sin\chi}{\chi}\right)\right].$$

Die Reihenentwicklung des ersten Gliedes der Gleichung 11 ergibt nach Einführung des konstanten Gliedes der Gleichung 14

$$15)\quad \frac{\sin\psi}{\psi}\left[1-\frac{1-\cos\frac{1}{2}\psi}{\cos\frac{1}{2}\psi}\cdot\frac{2i^2}{v}\cdot\frac{1}{f}\cdot\frac{D'-D''}{D'+D''}\right] =$$
$$= \frac{\sin\chi}{\chi}\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\cdot\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\chi}\right)-$$
$$-\frac{1}{4}(\vartheta\omega)^2\left(1-\frac{\sin\chi}{\chi}\right)\left[\frac{\sin^2\frac{1}{2}\chi}{\cos\frac{1}{2}\chi}\cdot\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}+\right.$$
$$\left.+\left(\cos\chi-\frac{\sin\chi}{\chi}\right)\cdot\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\,\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\chi}\right)\right]+$$

+ zweites Glied aus 14.

Nunmehr wird $\chi = \varphi\left(1+\frac{\beta}{\varphi}\right)$ gesetzt, worin φ einen konstanten Winkel und $\frac{\beta}{\varphi}$ einen sehr kleinen veränderlichen Bruch bezeichnet, und die Winkelfunktionen werden nach $\frac{\beta}{\varphi}$ entwickelt. Aus dem oben angeführten Grund kann die Entwicklung auf das Glied der ersten Potenz von $\frac{\beta}{\varphi}$ und in dem Koeffizienten von $(\vartheta\omega)^2$ auf das konstante Glied beschränkt werden. In dem letzteren ist daher $\psi = \chi = \varphi$ zu setzen. Es wird

$$16)\quad \frac{\sin\chi}{\chi}\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\cdot\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\chi}\right) =$$
$$= \frac{\sin\varphi}{\varphi}\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\,\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\right)+\frac{\beta}{\varphi}\left[\frac{\sin^2\frac{1}{2}\varphi}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\cdot\right.$$
$$\left.\cdot\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}+\left(\cos\varphi-\frac{\sin\varphi}{\varphi}\right)\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\,\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\right)\right].$$

Mit 14, 15, 16 geht schließlich Gleichung 11 über in

$$\delta W = \frac{Ps(\vartheta\omega)^2}{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\varphi}\left\{-\frac{\sin\varphi}{\varphi}\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\cdot\right.\right.$$
$$\left.\cdot\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\right)-\frac{\beta}{\varphi}\left[\frac{\sin^2\frac{1}{2}\varphi}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\,\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}+\right.$$
$$\left.+\left(\cos\varphi-\frac{\sin\varphi}{\varphi}\right)\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\,\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\right)\right]+$$
$$+\frac{1}{4}(\vartheta\omega)^2\left(1-\frac{\sin\varphi}{\varphi}\right)\left[\frac{\sin^2\frac{1}{2}\varphi}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\,\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}+\right.$$
$$\left.+\left(\cos\varphi-\frac{\sin\varphi}{\varphi}\right)\left(1+\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}}\,\frac{1}{\cos\frac{1}{2}\varphi}\right)\right]+$$
$$+\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}(\vartheta\omega)^2\left[\frac{1}{2}-\frac{2}{3}\frac{\sin\varphi}{\varphi}+\frac{1}{6}\frac{\sin 2\varphi}{2\varphi}+\right.$$
$$\left.\left.+\frac{16}{3}\left(\frac{l}{i}\right)^2\left(\frac{v}{2i}\right)^2\left(\frac{k_0}{1-k_0\gamma_{10}}\right)^4\frac{\sin\frac{1}{2}\varphi}{\varphi^3}\,\frac{\gamma_1'}{k_0}\right]+\frac{2e}{\vartheta\omega s}\sin\frac{1}{2}\varphi\right\}$$

Genügt φ der Bedingung

$$\cos\frac{1}{2}\varphi = -\frac{k_0\gamma_{10}}{1-k_0\gamma_{10}},$$

so erhält man

$$17)\quad \delta W = \frac{Ps(\vartheta\omega)^2}{1+(\vartheta\omega)^2\sin^2\frac{1}{2}\varphi}\left[\frac{\beta}{\varphi}\,a-\right.$$

$$- \left(\frac{\vartheta \omega}{4}\right)^2 b + \frac{4}{\vartheta \omega} \frac{e}{2s} \sin \frac{1}{2} \varphi \Big],$$

worin

$$a = \sin^2 \frac{1}{2} \varphi$$

$$b = 1 + \frac{2 \sin \varphi}{\varphi} + \frac{\sin 2 \varphi}{2 \varphi} -$$

$$- 32 \left(\frac{l}{i}\right)^2 \left(\frac{v}{2i}\right)^2 \left(\frac{k_0}{1 - k_0 \eta_0}\right)^4 \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{\varphi^3} \cdot \frac{\eta_1'}{k_0}$$

ist.

Zunächst sei der Fall zentrischer Belastung betrachtet.

1. β negativ. Die Bedingung $\delta W = 0$ wird nur durch $\delta = 0$ befriedigt. Ist $\delta \gtrless 0$, so wird δW ungeachtet des Vorzeichens von b negativ. Mithin wird W durch $\delta = 0$ zu einem Maximum. Die gerade Stabachse ist eine Lage des stabilen Gleichgewichtes.
2. $\beta = 0$. Die Bedingung $\delta W = 0$ wird nur durch $\delta = 0$ befriedigt. Ist $\delta \gtrless 0$, so wird δW negativ, wenn der Koeffizient b positiv, und positiv, wenn b negativ ist. Im ersteren Falle ist W für $\delta = 0$ ein Maximum, also die gerade Achse eine Lage des stabilen Gleichgewichts. Im zweiten Falle ist W für $\delta = 0$ ein Minimum. Die gerade Achse ist eine Lage des labilen Gleichgewichtes. Stabiles Gleichgewicht besteht innerhalb des betrachteten Bereiches nicht.
3. β positiv. Die Bedingung $\delta W = 0$ wird zunächst befriedigt durch $\delta = 0$. Ist $\delta \gtrless 0$ und hinreichend klein, so ist δW stets positiv. W wird durch $\delta = 0$ zu einem Minimum. Mithin ist die gerade Achse eine Lage des labilen Gleichgewichtes.

Weiter ist zu unterscheiden, ob der Koeffizient b positiv oder negativ ist.

Ist b positiv, so wird die Gleichung $\delta W = 0$ zweitens durch zwei bestimmte endliche Werte von gleicher Größe δ_0, aber entgegengesetztem Vorzeichen erfüllt. Für $0 < \delta < \delta_0$ wird δW positiv und für $\delta > \delta_0$ negativ. Die analoge Beziehung gilt für negative Werte δ. Beiden Werten δ_0 gehört ein Maximum von W zu. Sie bezeichnen also Lagen des stabilen Gleichgewichtes und zwar je eine auf jeder Seite der geraden Stabachse.

Ist b negativ, so gibt es innerhalb des betrachteten Bereiches keinen endlichen Wert δ, der die Gleichung $\delta W = 0$ befriedigt. Für positive und negative Werte δ ist δW stets positiv. Eine stabile Gleichgewichtslage ist mithin nicht vorhanden.

Im Falle exzentrischer Belastung unterscheidet das Vorzeichen von b allein die beiden grundsätzlich verschiedenen Möglichkeiten.

1. Ist b positiv, so ergibt die Bedingung $\delta W = 0$ für $\frac{\vartheta \omega}{4}$ die Gleichung dritten Grades

$$- \left(\frac{\vartheta \omega}{4}\right)^3 + \frac{\vartheta \omega}{4} \frac{a}{b} \frac{\beta}{\varphi} + \frac{e}{2s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{b} = 0.$$

Bezeichnet δ_0 den Wert der reellen Wurzel, so ist für $\delta < \delta_0$ δW positiv und für $\delta > \delta_0$ δW negativ. Mithin wird W durch δ_0 zu einem Maximum. δ_0 bezeichnet eine stabile Gleichgewichtslage. Da die vorstehende Gleichung für positive und negative Werte $\frac{\beta}{\varphi}$ nur eine reelle Wurzel hat, so ist nur eine Gleichgewichtslage vorhanden, welche auf beiden Seiten des Punktes $\beta = 0$ grundsätzliche Unterschiede nicht aufweist. Für $\frac{\beta}{\varphi} = 0$ ergibt sich mit

$$\frac{\vartheta \omega}{4} = \sqrt[3]{\frac{e}{2s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{b}}$$

$$\frac{\partial \left(\frac{\vartheta \omega}{4}\right)}{\partial \left(\frac{\beta}{\varphi}\right)} \left(\frac{\beta}{\varphi} = 0\right) = \frac{a}{b} \cdot \frac{1}{3 \sqrt[3]{\frac{e}{2s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{b}}}$$

also ein Wert, der groß ist, solange $\frac{e}{2s}$ numerisch klein ist und mit $e = 0$ unendlich groß wird. Daraus folgt, daß bei kleiner Exzentrizität die Ausbiegung mit $\beta = 0$ unvermittelt und erheblich zunimmt. Mit zunehmender Exzentrizität der Belastung verliert sich allmählich diese charakteristische Eigenschaft der Knickung und es greifen mehr die Deformationsverhältnisse der reinen Biegung Platz.

2. b negativ. Die Bedingung $\delta W = 0$ kann umgeformt werden zu

$$\frac{\beta}{\varphi} + \left(\frac{\vartheta \omega}{4}\right)^2 \frac{b}{a} + \frac{e}{2s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{a} \left(\frac{4}{\vartheta \omega}\right) = 0.$$

Wird nun $\frac{\vartheta \omega}{4}$ als unabhängige Veränderliche und $\frac{\beta}{\varphi}$ als Funktion derselben aufgefaßt, so erhellt ohne weiteres, daß bei gleichem Vorzeichen von $\frac{\vartheta \omega}{4}$ und e für $\frac{\beta}{\varphi}$ ein Maximum besteht, welches negativ ist. Das Maximum tritt ein für

$$\frac{\vartheta \omega}{4} = \sqrt[3]{\frac{e}{4s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{b}}$$

und nimmt den Wert an

$$\frac{\beta_0}{\varphi} = - 3 \frac{b}{a} \sqrt[3]{\left(\frac{e}{4s} \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{b}\right)^2}.$$

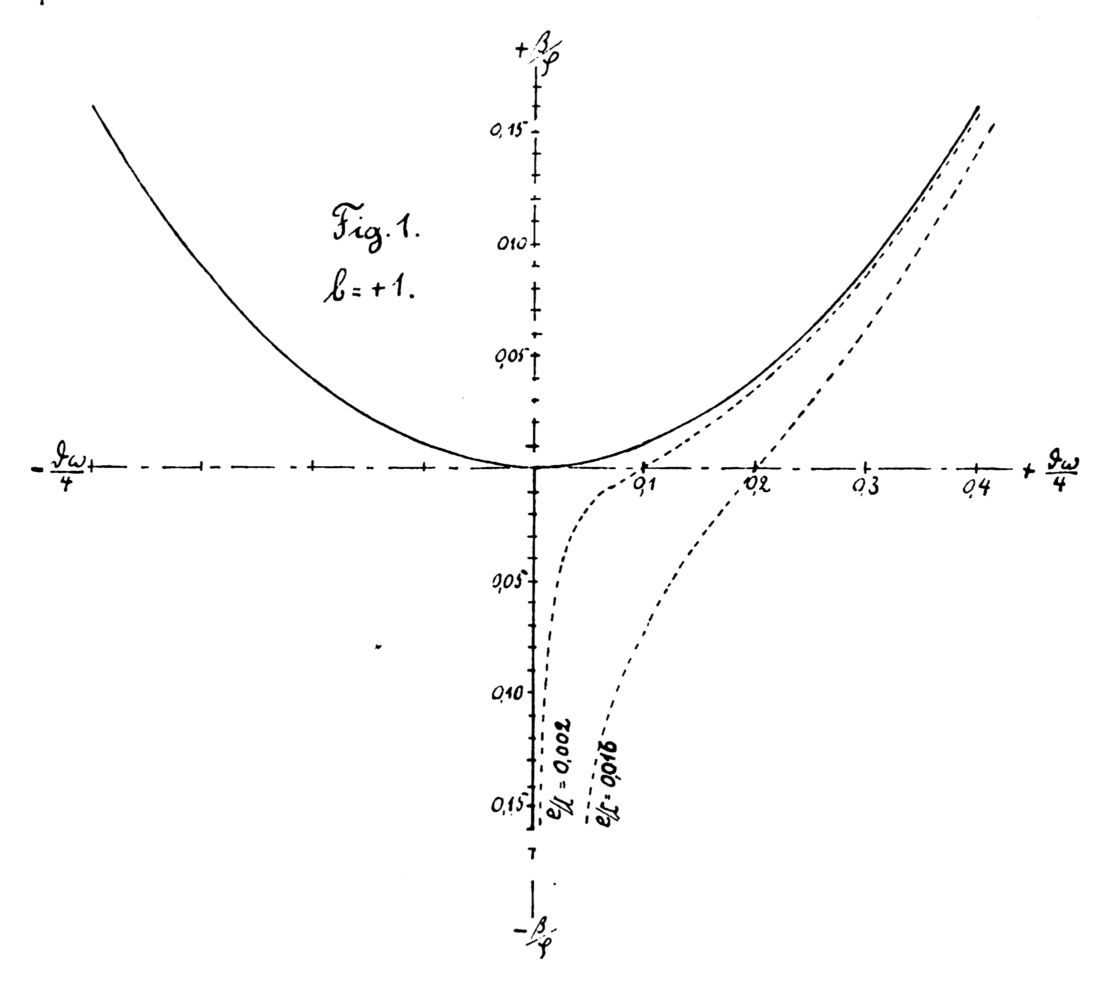
Daraus folgt nun, daß die Bedingungsgleichung $\delta W = 0$ für größere Werte als $\frac{\beta_0}{\varphi}$ keine reelle Wurzel für $\frac{\vartheta \omega}{4}$ ergibt, welche dasselbe Vorzeichen hat wie e. Sobald $\frac{\beta}{\varphi}$ den Maximalwert überschreitet, ist für endliche reelle Werte von $\frac{\vartheta \omega}{4}$ stets $\delta W > 0$, also Gleichgewicht nicht möglich. Der Maximalwert $\frac{\beta_0}{\varphi}$, der immer negativ ist, kennzeichnet demnach eine Grenzlage des Gleichgewichts, welche die Eigenschaft einseitiger Labilität besitzt, während unterhalb derselben stabiles Gleichgewicht besteht. Die Berechnung des Winkels $\varphi \left(1 - \frac{\beta_0}{\varphi}\right)$ wird zweckmäßig nach dem Verfahren durchgeführt, welches Verfasser in der oben genannten Arbeit [2]) entwickelt hat.

Eine deutliche Veranschaulichung der Verhältnisse liefert die graphische Darstellung der Funktion $\delta W = 0$, in welcher $\frac{\beta}{\varphi}$ als Abszissen und $\left(\frac{\vartheta \omega}{4}\right)$ als Ordinaten aufgetragen sind. Die so erhaltene Kurve stellt gleichzeitig in einem andern Maßstab die Ausbiegung in der Stabmitte als Funktion der Schlankheit oder Spannung dar. Abb. 1 zeigt den Fall eines positiven b. Die stark ausgezogene Kurve entspricht zentrischer, die punktierten Kurven exzentrischer Belastung. Für erstere ergibt sich auf der

positiven $\frac{\beta}{\varphi}$ Seite eine flache Parabel, deren Scheitel im Anfangspunkt des Koordinatensystems liegt, auf der negativen $\frac{\beta}{\varphi}$ Seite eine in die Abszissenachse fallende Gerade. Abb. 2 zeigt den Fall eines negativen b. Zentrische und exzentrische Belastung sind wie in Abb. 1 dargestellt. Erstere ergibt eine flache Parabel sowie eine in die Abszissenachse fallende Gerade, beide jedoch auf der negativen $\frac{\beta}{\varphi}$ Seite.

beiderseits der geraden Stabachse je eine stabile Gleichgewichtslage in der Biegung. Bei exzentrischer Belastung besteht auf einer Seite der geraden Stabachse eine stabile Gleichgewichtslage in der Biegung, deren Stich mit Durchgang durch den kritischen Punkt eine plötzliche Zunahme erfährt.

Hat der Koeffizient b negatives Vorzeichen, so bezeichnet der kritische Punkt einen Kulminationspunkt des stabilen Gleichgewichtszustandes, in dem ein vollständiges Umkippen desselben eintritt. Nach Ueberschreitung des kritischen Punktes kann sich Gleichgewicht nur bei



Das Ergebnis der Untersuchung ist folgendes: Der Winkel φ, dessen Größe durch die Bedingung

$$18)\qquad \cos\frac{1}{2}\varphi = \frac{-\frac{\partial D_0}{\partial \sigma}\frac{k_0}{D_0}}{1-\frac{\partial D_0}{\partial \sigma}\frac{k_0}{D_0}}$$

gegeben ist, kennzeichnet vermöge der Beziehung

$$\frac{l}{i} = \varphi\sqrt{\frac{D_0}{k_0}}\cdot\mu$$

in dem Koordinatensystem der Spannung und Schlankheit den kritischen Punkt, in dem die als Knickung bezeichnete Störung des Gleichgewichtszustandes zwischen äußeren und inneren Kräften eines durch achsialen Druck belasteten geraden Stabes eintritt. Ueber die Art des Knickvorganges entscheidet das Vorzeichen des Koeffizienten b.

Ist dieses positiv, so besteht die Knickung in einer starken Ausbiegung der Stabachse, welche unvermittelt, jedoch ohne Aufhebung des Gleichgewichtszustandes erfolgt. Im Falle zentrischer Belastung verliert die gerade Stabachse die Eigenschaft der Stabilität und nimmt die der Labilität an. Jenseits des kritischen Punktes besteht

abnehmender Belastung wieder einstellen. Das gilt sowohl für zentrischen als auch für exzentrischen Kraftangriff. Im letzteren Falle nehmen daher die Koordinaten des kritischen Punktes mit wachsender Exzentrizität ab. Sie sind durch den Winkel $\varphi\left(1-\frac{\beta_0}{\varphi}\right)$ gekennzeichnet.

Die Knickbedingung 18 kann übrigens auch auf dem Wege abgeleitet werden, den Verfasser a. a. O. eingeschlagen hat. Aus den Gleichungen 4 und 13 ergibt sich

$$e = \frac{2i^2}{v}\left[\frac{\sigma'-\sigma''}{2k}\cos\frac{\varphi}{2} - \frac{D'-D''}{D'+D''}\left(1-\cos\frac{\varphi}{2}\right)\right]$$

Da $\cos\frac{1}{2}\varphi$ und $\frac{D'-D''}{D'+D''}$ als Funktion der beiden Veränderlichen k und $\frac{\sigma'-\sigma''}{2}$ dargestellt werden können, so kann man auch e als Funktion derselben Veränderlichen auffassen. Es bezeichne $f(k)$ den Funktionswert, den der Differentialquotient $\frac{\partial e}{\partial\left(\frac{\sigma'-\sigma''}{2}\right)}$ für $\frac{\sigma'-\sigma''}{2}=0$ annimmt. Nun wird

a) e zu Null für $\frac{\sigma' - \sigma''}{2} = 0$,

b) e negativ für denjenigen positiven Wert $\frac{\sigma' - \sigma''}{2}$, welchem $\cos \frac{1}{2} \varphi = 0$ zugehört,

c) e positiv für denjenigen negativen Wert $\frac{\sigma' - \sigma''}{2}$, welchem $\cos \frac{1}{2} \varphi = 0$ zugehört. Daraus folgt, daß unter der Voraussetzung $f(k) \geqq 0$ für e ein Maximum besteht für einen mit $\Delta_1 \sigma$ bezeichneten Wert von $\frac{\sigma' - \sigma''}{2}$, der zwischen den Werten a und b liegt und ein Minimum für einen Wert $\Delta_2 \sigma$, der zwischen den Werten a und c liegt. Da nun die gemäß den Gleichungen 4 und 13 einander zugehörigen Werte e, k, $\frac{\sigma' - \sigma''}{2}$ eine Gleichgewichtslage bezeichnen, so folgt weiter, daß nur für solche Werte e Gleichgewicht möglich ist, die zwischen den für jeden bestimmten Wert k bestehenden Maximal- und Minimalwerten liegen, daß also das Maximum und Minimum von e je eine Grenzlage des Gleichgewichts kennzeichnen. Die beiden Werte $\Delta_1 \sigma$ und $\Delta_2 \sigma$ ergeben sich aus der Bedingung

$$\frac{\partial e}{\partial\left(\frac{\sigma' - \sigma''}{2}\right)} = \varphi\left(\frac{\sigma' - \sigma''}{2}\right) = 0.$$

Ist nun k_0 der Wert von k, welcher $f(k) = 0$ ergibt, so wird für diesen Wert $\varphi\left(\frac{\sigma' - \sigma''}{2}\right) = 0$ durch $\frac{\sigma' - \sigma''}{2} = 0$ befriedigt. Somit fallen die beiden Grenzlagen in dem Punkt $\frac{\sigma' - \sigma''}{2} = 0$, welchem $e = 0$ zugehört, zusammen. Das heißt: Gleichgewicht besteht für den fraglichen Wert k_0 nur in der Stabachse, ist $e \gtrless 0$, so ist ein Gleichgewichtszustand nicht möglich. Also ist k_0 die Knickspannung für zentrische Belastung.

In der Bedingungsgleichung für k_0

$$f(k_0) = 0$$

wird $\frac{\partial \cos \frac{1}{2} \varphi}{\partial\left(\frac{\sigma' - \sigma''}{2}\right)} = 0$, da die Winkelgröße $\frac{\varphi}{2}$ von $\frac{D' \cdot D''}{D' + D''}$ abhängt, dessen Differentialquotient nach $\frac{\sigma' - \sigma''}{2}$ für $\frac{\sigma' - \sigma''}{2} = 0$ zu Null wird. Ferner wird

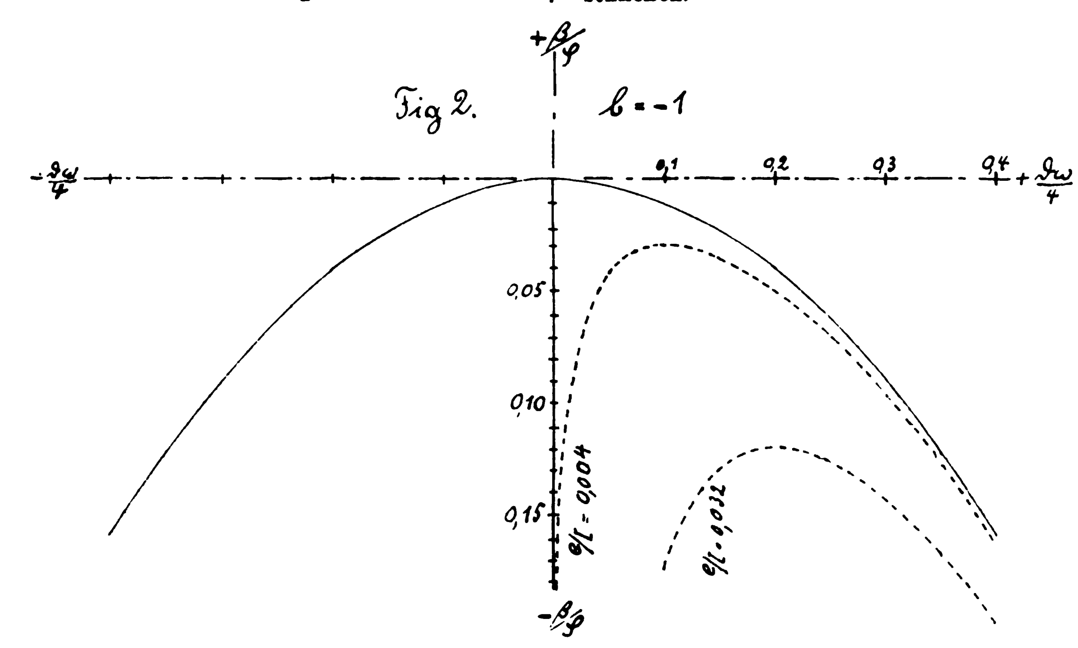
$$\frac{\partial \frac{D' - D''}{D' + D''}}{\partial\left(\frac{\sigma' - \sigma''}{2}\right)} = -\frac{\partial D_0}{\partial \sigma} \frac{1}{2 D_0},$$

mithin ergibt sich

$$f(k_0) = 0 = \frac{1}{2 k_0} \cos \frac{1}{2} \varphi + \left(1 - \cos \frac{1}{2} \varphi\right) \frac{1}{2 D_0} \frac{\partial D_0}{\partial \sigma},$$

woraus die Bedingung 18 folgt.

Die gefundenen Kriterien seien nun auf Stäbe aus Stahl und Flußeisen, also aus einem Material mit Proportionalitäts- und Quetschgrenze angewendet, um aus dem Formänderungsgesetz auf den Knickvorgang zu schließen.



1. Spannungsgebiet unterhalb der Proportionalitätsgrenze

Mit $D = E$ wird $\frac{\partial D_0}{\partial \sigma} = 0$. Die allgemeine Knickbedingung — Gleichung 18 — geht also in die Eulersche

$$\cos \frac{1}{2} \varphi = 0; \quad \frac{l}{i} = \pi \sqrt{\frac{E}{k_0}}\, \mu$$

über. Es wird $a = 1$, $b = 1$. Man erhält also

$$\frac{\vartheta \omega}{4} = \sqrt{\frac{\beta}{\pi}}$$

für zentrische, und nach Potenzen von $\frac{\beta}{\pi}$ entwickelt

$$\frac{\vartheta \omega}{4} = \sqrt[3]{\frac{e}{2 s}} \left[1 + \frac{\beta}{\pi} \cdot \frac{1}{3 \sqrt[3]{\left(\frac{e}{2 s}\right)^2}} - \left(\frac{\beta}{\pi} \cdot \frac{1}{3 \sqrt[3]{\left(\frac{e}{2 s}\right)^2}}\right)^2 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} \frac{\beta}{\pi} \frac{1}{3 \sqrt[3]{\left(\frac{e}{2 s}\right)^2}}\right) + \cdots\right]$$

für exzentrische Belastung. Im übrigen gilt das oben für den Fall eines positiven b Gesagte. Die Ausbiegung setzt bei zentrischer Belastung unmittelbar nach Ueberschreitung des kritischen Punktes mit stark ansteigender Tendenz ein, im kritischen Punkt selbst hat sie noch den Wert Null. Dies von der Euler-

schen Theorie abweichende Ergebnis ist in der mit der Ausbiegung verbundenen Verkürzung der Sehne begründet, die in jener nicht berücksichtigt wird. Aus dieser Vernachlässigung folgt auch der bekannte irrtümliche Schluß auf eine unendlich große Durchbiegung. Im Falle exzentrischer Belastung nimmt die Ausbiegung kurz vor dem kritischen Punkt stark ansteigende Tendenz an, so daß sie in diesem selbst bei sehr kleiner Exzentrizität eine erhebliche Größe hat.

2. Spannungsgebiet jenseits der Proportionalitätsgrenze. Die D-Kurve hat S-Form. Der Differentialquotient $\frac{\partial D}{\partial \sigma}$ ist im ganzen Verlauf negativ. Er fällt von 0 in der Proportionalitätsgrenze bis zu einem Minimum in der Quetschgrenze und steigt dann allmählich wieder an, ohne den Wert 0 wieder zu erreichen. Die kritische Länge ergibt sich aus

$$\frac{l}{i} = 2\sqrt{\frac{D_0}{k_0}\mu} \cdot \arccos\left(-\frac{k_0\,\gamma_{l0}}{1-k_0\,\gamma_{l0}}\right).$$

Sie fällt also mit fallenden Werten $\frac{\partial D}{\partial \sigma}$ bis zu einem Minimum l_u, welches dem Minimum des genannten Differentialquotienten entspricht, steigt sodann bis zu einem Maximum l_0, dessen Eintritt durch die Abnahme des Wertes $\sqrt{\frac{D_0}{k_0}}$ bei Zunahme des arccos bedingt ist, und fällt schließlich allmählich wieder. Jedem Werte $\frac{l}{i}$ in dem Intervall l_u bis l_0 gehören daher drei verschiedene Spannungen k_u, k_m, k_0 zu. Unterhalb k_u und zwischen k_m und k_0 besteht in der geraden Stabachse bei zentrischer Belastung stabiles Gleichgewicht, zwischen k_u und k_m sowie jenseits k_0 labiles. Die Spannungen k_u und k_0 kennzeichnen beide einen kritischen Punkt. Für Stäbe des Schlankheitsbereiches zwischen l_u und l_0 tritt daher mit k_u Knicken ein, der Knickvorgang gelangt jedoch in einer mehr oder weniger stark ausgebogenen Lage der Stabachse zunächst noch einmal zur Ruhe und nimmt erst mit Erreichung der Spannung k_0 den charakteristischen Verlauf. Im allgemeinen dürfte als kritische Knickspannung im Sinne der Knicksicherheit die obere anzusehen sein. Geschieht dies, so hat die $\frac{l}{i}$-Kurve in dem durch l_0 bezeichneten Punkte eine Unstetigkeit, in dem die Spannung von k_u auf k_0 springt.

In nachstehender Tabelle sind die kritischen Werte $\frac{l}{i}$ für Stahl unter Zugrundelegung des von Kármán[3]) gefundenen Formänderungsgesetzes für eine Reihe von Spannungen berechnet. Die kritische Spannung für ein bestimmtes Schlankheitsverhältnis erhält man durch Interpolieren. Die berechneten Werte stimmen mit den Versuchswerten Kármáns, abgesehen von den kurzen Stäben, befriedigend überein, namentlich wenn beachtet wird, daß die Entnahme des Formänderungsgesetzes aus der genannten Quelle nur angenäherte Zahlenwerte liefern konnte. Für kurze Stäbe gibt die hier entwickelte Theorie allerdings kleinere kritische Spannungen als der Versuch Kármáns. Sie gewinnt den kritischen Punkt durch einen Grenzübergang aus dem Spannungs- und Deformationszustand des stabilen Gleichgewichts. Im Gegensatz hierzu vollzieht Kármán den Uebergang aus dem Spannungs- und Deformationszustand der Knickung. Beide Grenzen müssen sich nicht immer decken, es kann zwischen ihnen ein Intervall eines indifferenten Gleichgewichtszustandes bestehen. Die hier entwickelte Theorie zeigt jedenfalls, daß jenseits des kritischen Punktes Stabilität des Gleichgewichts nicht besteht. Ferner stehen die Versuche Tetmajers in diesem Punkte mit denen Kármáns nicht im Einklang. Daher dürfte die hier gegebene Auffassung des kritischen Punktes im Interesse der Sicherheit den Vorzug verdienen, jedenfalls so lange die Frage nicht durch weitere Versuche geklärt ist. Die Tabelle zeigt deutlich den starken Einfluß der Quetschgrenze. Kármán hat diesen Einfluß bei seinen Versuchen durch Beobachtung einer beträchtlichen Ausbiegung in der Quetschgrenze festgestellt. Er bemerkt hierzu, daß die Quetschgrenze stets einen Anlaß zur Labilität gäbe, bringt dies jedoch in seiner Formel nicht zum Ausdruck.

Vorzeichen und Größe des Koeffizienten b sind im wesentlichen von den höheren Differentialquotienten der Funktion D abhängig. Die zweite Ableitung $\frac{\partial^2 D}{\partial \sigma^2}$ ist zwischen Proportionalitäts- und Quetschgrenze negativ, oberhalb der letzteren positiv. Sie hat die Größe 0 in der Proportionalitätsgrenze, da stetiger Uebergang in die Gerade $D =$ konstant anzunehmen ist, ebenso wegen des bestehenden Minimums für $\frac{\partial D}{\partial \sigma}$ in der Quetschgrenze und sie nähert sich schließlich mit wachsenden Werten σ wieder dem Werte 0, da die D-Kurve asymptotisch zu einer Parallelen zur Abszissenachse verläuft. Daraus folgt, daß für $\frac{\partial^2 D}{\partial \sigma^2}$ ein Minimum zwischen Proportionalitäts- und Quetschgrenze und ein Maximum oberhalb der letzteren besteht. Ferner daß $\frac{\partial^3 D}{\partial \sigma^3}$ zwischen der Proportionalitätsgrenze und dem dem Minimum von $\frac{\partial^2 D}{\partial \sigma^2}$ entsprechenden Punkte negativ, in dem Bereich zwischen den beiden Grenzwerten der genannten zweiten Ableitung positiv ist. Mithin ist

$$\gamma_l' = \frac{3\,\frac{\partial^2 D_0}{\partial \sigma^2}\cdot\frac{\partial D_0}{\partial \sigma} - \frac{\partial^3 D_0}{\partial \sigma^3}\cdot D_0}{6\,D_0^2}$$

positiv in dem Bereich zwischen der Proportionalitätsgrenze und einem Punkte dicht unterhalb der Quetschgrenze — zwischen ersterer und dem Maximum der zweiten Ableitung liefern beide Glieder positiven, jenseits des letzteren das zweite Glied negativen Beitrag — und oberhalb des letzteren negativ — zwischen der Quetschgrenze und dem Minimum der zweiten Ableitung geben beide Glieder des Zählers einen negativen Beitrag. Da nun in dem Ansatz für b das von γ_l' abhängige Glied die andern numerisch bei weitem überwiegt, so folgt, daß b in dem Bereich, der unmittelbar oberhalb der Proportionalitätsgrenze beginnt und kurz vor der Quetschgrenze endet, negatives Vorzeichen, oberhalb des letzteren aber positives Vorzeichen hat. Somit ergibt sich über den Knickvorgang folgendes: Mittelschlanke Stäbe, deren Knickspannung in den ersten Bereich fällt, knicken bei vollständigem Umkippen des Gleichgewichtszustandes aus. Die Knickspannung nimmt mit wachsender Exzentrizität der Belastung ab. Kurze Stäbe haben zwei Knickpunkte, den ersten in oder in der Nähe der Quetschgrenze, den zweiten oberhalb derselben. Der Knickvorgang besteht wie bei schlanken Stäben in einer starken Ausbiegung ohne Aufhebung des Gleichgewichtszustandes. Dem entsprechend tritt nach Ueberschreitung des kritischen Punktes keine Abnahme der Last ein. Zwischen den beiden kritischen Punkten wird die Ausbiegung nicht erheblich, da hier b große positive Werte annimmt.

[3]) Mitteilungen über Forschungsarbeiten aus dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 81.

k_0 t/cm²	ε ‰	D t/cm²	$\gamma_0 k_0$	$\cos \frac{\varphi}{2}$	φ	$\sqrt{\frac{D}{k_0}}$	$\frac{l}{i}$	$\frac{l}{i}$	k_0
2,60	1,202	2160	0,0	0	3,14	28,84	90,6	Kármáns Versuche	
2,65	1,228	2159	0,025	0,024	3,09	28,53	88,2	88,0	2,72
2,70	1,252	2158	0,050	0,047	3,045	28,25	86,0		
2,75	1,275	2156	0,064	0,060	3,02	28,00	84,6		
2,80	1,300	2153	0,078	0,072	2,99	27,73	82,9	82,0	2,74
2,85	1,326	2150	0,119	0,106	2,93	27,46	80,4		
2,90	1,352	2144	0,162	0,139	2,86	27,20	77,8		
2,95	1,380	2138	0,276	0,216	2,70	26,92	72,6	73,1	2,95
3,00	1,413	2124	0,395	0,283	2,56	26,59	68,1		
3,05	1,445	2110	0,680	0,405	2,30	26,30	60,6	58,6	3,13
3,10	1,492	2077	0,984	0,496	2,10	25,88	54,4	53,6	3,165
3,15	1,530	2034	1,655	0,623	1,80	25,40	45,7	48,2	3,02
3,20	1,640	1970	2,400	0,707	1,57	24,70	38,7	38,2	3,25
3,21	1,660	1932	3,09	0,756	1,40	24,54	34,3		
3,22	1,690	1906	4,72	0,826	1,194	24,31	29,0		
3,23	1,730	1867	10,65	0,914	0,838	24,04	20,2		
3,24	1,950	1660	40,5	0,985	0,349	22,63	7,8		
3,25	2,20	1477	35,9	0,982	0,378	21,31	8,0		
3,26	2,45	1330	32,3	0,978	0,417	20,20	8,4		
3,27	2,70	1210	29,3	0,976	0,445	19,24	8,5		
3,28	2,95	1112	26,8	0,973	0,464	18,41	8,5		
3,29	3,20	1028	24,7	0,971	0,482	17,70	8,7		
3,30	3,45	957	18,7	0,944	0,670	17,03	11,4		
3,40	4,17	816	4,03	0,862	1,28	15,49	19,8	28,8	3,445
3,50	4,79	732	3,78	0,791	1,31	14,46	18,9		
3,60	5,55	648	3,61	0,783	1,34	13,42	16,0		
3,70	6,28	588	3,51	0,778	1,36	12,61	17,1		
3,80	7,09	542	3,45	0,776	1,37	11,87	16,2		
3,90	7,99	489	3,53	0,778	1,36	11,18	15,7	24,8	3,900
4,00	9,00	444	3,73	0,788	1,33	10,54	14,0		
4,10	10,06	408	3,33	0,769	1,39	10,00	13,9		
4,20	11,13	377	3,02	0,752	1,44	9,49	13,7		
4,30	12,09	356	2,75	0,733	1,49	9,10	13,5	22,0	4,33
4,40	13,26	332	2,53	0,717	1,54	8,66	13,3		
4,50	14,32	314	2,34	0,702	1,57	8,37	13,1		

Die vorgetragene Theorie gibt einen bemerkenswerten Unterschied in dem Verhalten mittelschlanker und kurzer Stäbe beim Durchgang durch die Knickgrenze, der auch in den Versuchen Kármáns festgestellt ist. Kármán bemerkt auf Seite 33 a. a. O., daß nach Erreichung der Höchstlast bei den meisten mittelschlanken Stäben eine ganz plötzliche Ausknickung eingetreten sei. In Abb. 24 ist der Abfall der Last für einige dieser Stäbe deutlich zur Anschauung gebracht. Dagegen heißt es auf Seite 39 bezüglich der Versuchsergebnisse mit kurzen Stäben: „Der weitere Verlauf des Knickvorganges nach Ueberschreitung der Knicklast ähnelt insofern dem Verlaufe bei sehr schlanken Stäben, daß keine plötzliche Lastverminderung eintritt" und weiter: „So findet man auch, daß die Knicklast wieder sehr stark mit Abnahme der Schlankheit zuzunehmen beginnt, wie dies im elastischen Bereich der Fall war."

Im Hinblick auf die in letzter Zeit in der Literatur mehrfach besprochenen Versuche mit Stäben aus einem Spezialstahl, bei denen eine den Eulerschen Wert übersteigende Knickfestigkeit festgestellt sein soll, sei noch darauf hingewiesen, daß die hier entwickelte Theorie eine solche unter Umständen wohl als möglich erscheinen läßt. Wenn nämlich $\frac{\partial D}{\partial \sigma} > 0$ ist, ergibt die allgemeine Knickbedingung $\cos \frac{1}{2} \varphi < 0$, also $\varphi > \pi$, woraus das in Rede stehende Ergebnis folgen würde. Die Bedingung $\frac{\partial D}{\partial \sigma} > 0$ setzt ein Material voraus, bei dem in einem gewissen Bereich der Quotient $\frac{\sigma}{\varepsilon}$ mit zunehmender Spannung zunimmt. Die Existenz eines solchen Materiales erscheint allerdings wenig wahrscheinlich. Das gilt indessen von der behaupteten Knickerscheinung nach allen bisherigen Erfahrungen in gleichem Maße. Daher kann, wenn diese in weiteren Versuchen Bestätigung finden sollte, auch die angedeutete Möglichkeit einer theoretischen Erklärung nicht von vornherein zurückgewiesen werden.

Kleine Mitteilungen. — Angelegenheiten des Vereins.

Jahresbericht für 1917.

Zu Anfang des Jahres hatte der Verein:

3 Ehrenmitglieder,
1 korrespondierendes Mitglied,
94 einheimische } ordentliche Mitglieder,
154 auswärtige
5 einheimische } außerordentliche Mitglieder
6 auswärtige
zusammen 263 Mitglieder.

Durch den Tod verlor der Verein folgende 5 ordentliche Mitglieder: Hecht, Architekt in Hannover, Tovote, Zivil-Ingenieur in Hannover, Hoffmann, Baurat in Ostrowo, Schrader, Baurat in Heiligenstadt, Voiges, Geheimer Baurat in Wiesbaden.

Aus dem Verein sind im Jahre 1917 ausgetreten: 11 ordentliche Mitglieder.

In den Verein wurden aufgenommen: 4 ordentliche Mitglieder, 1 außerordentliches Mitglied. Außerdem wurde ein Mitglied von den außerordentlichen zu den ordentlichen überführt.

Am Schlusse des Jahres 1917 stellte sich die Gesamtzahl der Mitglieder auf 252, nämlich:

3 Ehrenmitglieder,
1 korrespondierendes Mitglied,
237 ordentliche } Mitglieder.
11 außerordentliche

Von diesen wohnen 134 in Stadt und Provinz Hannover, 73 in den übrigen preußischen Provinzen, 21 in den übrigen Staaten des Deutschen Reiches, 18 im europäischen Auslande, 6 im außereuropäischen Auslande.

Von unsern Mitgliedern sind etwa 50 zu den Fahnen einberufen. Soweit uns bekannt geworden, sind in dem Jahre 1917 keine Mitglieder vor dem Feinde gefallen oder ihren Verwundungen erlegen.

Im Jahre 1917 hielt der Verein sechs Versammlungen ab; es hielten Vorträge: Herr Prov.-Konservator Professor Siebern: Bericht über den von Professor Schütte auf dem Denkmalstage in Augsburg gehaltenen Vortrag: „Baugewerksmeister und Denkmalspflege"; Herr Geheimer Baurat Professor Mohrmann: „Die baltischen Lande und ihre Baukunst"; Herr Geheimer Baurat Professor Dr.-Ing. Hotopp: „Fehlgriffe und Mißerfolge im Eisenbetonbau; Vorschläge für Neuerungen in Konstruktion und Berechnung".

Von einer Neuwahl des Gesamtvorstandes für 1918 wurde wegen des Krieges abgesehen.

Bekanntmachung.

Unter Beziehung auf § 27 Abs. 7 der Prüfungsvorschriften vom 13. November 1912 werden die Regierungsbaumeister, die im Jahre 1912 die Staatsprüfung bestanden haben, sowie die Regierungsbauführer, die in dieser Zeit die häusliche Probearbeit eingereicht, nachher die Staatsprüfung jedoch nicht bestanden haben oder in die Prüfung nicht eingetreten sind, aufgefordert, die Rückgabe ihrer für die Prüfung eingereichten Zeichnungen nebst Mappen und Erläuterungsberichten usw. zu beantragen. Die Probearbeiten, deren Rückgabe bis zum 1. April 1918 nicht beantragt worden ist, werden zur Vernichtung veräußert werden.

In dem schriftlich an uns zu richtenden Antrage sind auch die Vornamen und bei den Antragstellern, die die Staatsprüfung bestanden haben, Tag, Monat und Jahr des Prüfungszeugnisses anzugeben. Die Rückgabe wird entweder an den Verfasser der Probearbeit oder an dessen Bevollmächtigten gegen Empfangsbestätigung erfolgen; auch kann die kostenpflichtige Rücksendung durch die Post beantragt werden.

Berlin, den 6. Dezember 1917.

Königliches Technisches Oberprüfungsamt.
v. Doemming.

Berichtigung.

In dem Inhaltsverzeichnis zu Jahrgang 1915 unter „Theoretische Untersuchungen" fehlt die Angabe: Vlachos, Chr., Berechnung der durchgehenden Bogenträger mit festen und mit elastisch nachgiebigen Stützen, auf zeichnerischem Wege, Seite 17, 75. Ebenso fehlt in dem Inhaltsverzeichnis zu Jahrgang 1917 die Angabe: Vlachos, Chr., Berechnung der Rahmenfachwerke (Vierendeelträger) auf zeichnerischem Wege, Seite 181. Diese Angaben, die in der „Alphabetischen Inhaltsangabe" der beiden Jahrgänge enthalten sind, bitten wir gefl. nachtragen zu wollen.

Die Schriftleitung.

Mitgliederverzeichnis.

(Am 1. Januar 1918.)

Postadresse: *An den Vorstand des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.*

Gestiftet: 1851.

Rechte der juristischen Persönlichkeit verliehen durch Reskript des vormaligen Königlich Hannoverschen Ministeriums des Innern vom 3. März 1858.

Zum Verbande deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine gehörig seit dessen Gründung im Jahre 1871.

Vorstand.

(Gewählt am 17. Dezember 1913.)

1. Vorsitzender: Geh. Baurat, Prof. **W. Schleyer**, Alleestr. 4.

Stellvertreter des 1. Vorsitzenden: Geh. Baurat **Mangelsdorff**, Eichstr. 4.

Schriftführer: Reg.-Baumeister a. D., Dr.-Ing. **U. Hölscher**, Dozent a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 16.

Stellvertreter des Schriftführers: Prof. **Kanold**, Brahmsstr. 4.

Bibliothekar: Prof., Dr.-Ing. **Michel**, Alleestr. 20.

Ohne besonderes Amt: Reg.- und Baurat **Maschke**, Simsonstr. 2. Magistratsbaurat **de Jonge**, Rumannstr. 1 A.

Kassen- und Rechnungsführer: Geheimer Baurat **Nessenius**, Scharnhorststr. 20.

Schriftleiter der Vereins-Zeitschrift: Geh. Baurat, Prof. **W. Schleyer**.

Ehren-Mitglieder.

1. **Forrest**, Ehren-Sekretär des Instituts der Zivil-Ingenieure, London.
2. **Launhardt**, Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Hannover, Bödekerstr. 29.
3. **Schroeder**, Wirkl. Geh. Rat, Dr.-Ing., Exzellenz, Berlin W, Kalckreuthstr. 3 II.

Korrespondierende Mitglieder.

1. **v. Willmann, L.**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Martinstr. 36.

Ordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Aengeneyndt**, Magistratsbaurat, Berthastr. 8 p.
2. **Anders**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Stolzestr. 27 p.
3. **Bätjer, Fr.**, Reg.-Baumeister, Fundstr. 6 A I.
4. **Barkhausen, G.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. D., Oeltzenstr. 26.
5. **Becker, K.**, Kgl. Baurat, Ferd.-Wallbrecht-Str. 31.
6. **Behrens**, Stadtbaurat, Linden, Beethovenstr. 4.
7. **Bock, A.**, Stadtbaurat, Fundstr. 1 C III.
8. **Bölte**, Dr.-Ing., Reg.- und Baurat, Hammersteinstr. 7 II.
9. **Börgemann**, Architekt, Marienstr. 19.
10. **Bohne, H.**, Dipl.-Ing., Gretchenstr. 7.
11. **Bokelberg, O.**, Reg.-Baumeister, Schiffgraben 19.
12. **Brandes, P.**, Architekt, Odeonstr. 17.
13. **Bühring, E.**, Architekt, Eichstr. 16.
14. **Damm, L.**, Polizeibauinspektor, Reg.-Baumeister a. D., Kirchrode, Elisabethstr. 5.
15. **Danckwerts**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Eichstr. 15.
16. **Demmig, E.**, Architekt, Meterstr. 2 A.
17. **Dolezalek**, Dipl.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Kloster Wennigsen bei Hannover.
18. **Eilmann, Hans**, Reg.-Baumeister, Podbielskistr. 348 I.
19. **Falke, A.**, Dipl.-Ing., Steinriede 7 III.
20. **Fettback**, Reg.-Baumeister, Andertensche Wiese 20.
21. **Franke, A.**, Kgl. Baurat, Fundstr. 7.
22. **Franzius, O.**, Staatsbaurat a. D., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Lister Kirchweg 17.
23. **Frings**, Dipl.-Ing., Architekt, Kniggestr. 8.
24. **Fröhlich**, Stadtbaurat, Linden, v. Alten-Allee.
25. **Fuhrberg**, Reg.- und Baurat, Wolfstr. 2.
26. **Funk, W.**, Kgl. Baurat, Weinstr. 14.
27. **Fusch, Th.**, Architekt, Heinrichstr. 37.
28. **Geb**, Professor, Architekt, Leopoldstr. 7.
29. **Grastorf, R.**, Ingenieur, Lemförder Str. 12.
30. **Habicht, Kurt**, Dr., Privatdozent, Allmersstr. 8 III.
31. **Halmhuber, G.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Kniggestr. 7.
32. **Heise, H.**, Kgl. Baurat, Bödekerstr. 59.
33. **Hickfang**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Warmbüchenstr. 18 III.
34. **Hillebrand, E.**, Kgl. Baurat, Haarstr. 8.
35. **Hölscher, U.**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister a. D., Dozent a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 16.
36. **Hotopp, L.**, Dr.-Ing., Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Bödekerstr. 69.
37. **de Jonge**, Magistratsbaurat, Reg.-Baumeister a. D., Rumannstr. 1 A.
38. **Kaiser, H.**, Reg.-Baumeister, Sedanstr. 17.
39. **Kanold, P.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Brahmsstr. 4.
40. **Kellermann**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dreyerstr. 2 A.
41. **Kellner, Max**, Architekt, Oeltzenstr. 17 II.
42. **Klecker, O.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Klagesmarkt 31.
43. **Kiel**, Oberbaurat, Yorckstr. 10 II.
44. **Kiepert**, Dr., Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 20.
45. **Kneebusch, E.**, Dr.-Ing., Architekt, Bessemerstr. 20.
46. **Knoch, A.**, Geh. Baurat, Waldhausen, Heuerstr. 28.
47. **Körting**, Gasanstalts-Direktor, Waldhausen, Brunestr. 7.
48. **Lutz, F.**, Architekt, Kestnerstr. 8 II.
49. **Magunna**, Landesbaurat, Ellernstr. 22.
50. **Mangelsdorff**, Reg.- und Geh. Baurat, Eichstr. 4.
51. **Martens**, Stadtbauinspektor, Linden, Davenstedter Str. 6 II.
52. **Maschke**, Reg.- und Baurat, Simsonstr. 2 (Emmerberg).
53. **Mascke**, Intendantur- und Baurat, Nienburger Str. 14.
54. **Meffert, O.**, städt. Baumeister, Edenstr. 30 A.
55. **Michel**, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 20.
56. **Michelsohn, H.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Bödekerstr. 32 I.
57. **Mohr**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dieckmannstr. 4 A.
58. **Mohrmann**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 17.
59. **Morin**, Reg.-Baumeister, Emmerberg 26 I.
60. **Müller, C.**, Dr., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Brahmsstr. 4.
61. **Müller, Jul.**, Architekt, Georgspalast, Zimmer 67/68.
62. **Muttray, W.**, Oberbaurat, Weserstrombaudirektor, Friederikenplatz 1 II.
63. **Nessenius**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Scharnhorststr. 20.
64. **Nußbaum, Chr.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Yorckstr. 5.
65. **Oppermann**, Baurat, Podbielskistr. 336.
66. **Orthaus**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Bodenstedtstr. 8.
67. **Overbeck**, Geh. Baurat, Heinrichstr. 39.
68. **Rabbow, F.**, Dr.-Ing., Zivil-Ingenieur, Theodorstr. 12 I.

69. **Rautenberg, O.**, Geh. Baurat, Weinstr. 4 I.
70. **Recken**, Reg.- und Baurat, Wiesenstr. 22.
71. **Riehn, W.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. D., Taubenfeld 19 I.
72. **Sander**, Reg.-Baumeister, Freiligrathstr. 11.
73. **Sasse, A.**, Architekt, Linden, Blumenauerstr. 28 A.
74. **Schädtler**, Architekt, Arnswaldtstr. 31 III
75. **Scheele, E.**, Landesbaurat, Waldhausen, Brandestr. 40.
76. **Scheele, W.**, Landesbaumeister, Waldhausen, Zentralstr. 28.
77. **Schleyer**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 4.
78. **Schütz, E.**, Reg.-Baumeister, Liebigstr. 29 I.
79. **Schwering**, Eisenbahndirektionspräsident a. D., Wirkl. Geh. Oberbaurat, Ellernstr. 5.
80. **Siebern**, Prov.-Konservator, Landesbaumeister, Professor, Ubbenstr. 6 A.
81. **Stüber, Wilhelm**, Architekt, Kleefeld, Kirchröder Str. 106.
82. **Taaks, O.**, Dr.-Ing., Kgl. Baurat, Marienstr. 10 A II.
83. **Theidel, H.**, Dipl.-Ing., Zivil-Ing., Linden, Beethovenstr. 10.
84. **Usadel**, Architekt, Ellernstr. 4.
85. **Visarius**, Baurat, Emmerberg 23 I.
86. **Vogel**, Architekt, Friedenstr. 3.
87. **Wegener**, Architekt, Ostermannstr. 4.
88. **Weidlich, E.**, Stadtbaurat und Reg.-Baumeister a. D., Bödekerstr. 28.
89. **Weise, B.**, Architekt, Scharnhorststr. 18.
90. **Wendebourg, E.**, Architekt, Ostermannstr. 6 I.
91. **Willmer, G.**, Ingenieur, Waldhausen, Hildesheimer Chaussee 1.
92. **Wolf, P.**, Stadtbaurat, Haarstr. 4 a.
93. **Zisseler**, Eisenbahn-Bauinspektor a. D., Gr. Aegidienstr. 12.

b. Auswärtige.

1. **Augustin, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Goethestr. 28/29 II.
2. **Becker**, Dipl.-Ing., Sterkrade, Steinbrinkstr. 47.
3. **Birk, A.**, Professor a. d. deutschen Techn. Hochschule in Prag, Dejwitz b. Prag.
4. **Bischoff, Th.**, Direktor der Schaftlach-Gmunder Eisenbahn, Tegernsee.
5. **Blakesley, John H.**, Ingenieur, London, Victoria Street, 53, Westminster S. W.
6. **Bönig**, Ingenieur, Wandsbeck, Ahrensburgerstr. 29.
7. **Brauer, E.**, Kgl. Baurat, Allenstein, Kaiserstr. 28.
8. **Breusing**, Geh. Ober-Baurat, Ministerial-Direktor, Berlin W 9, Potsdamer Platz 4/6.
9. **Brüning**, Kgl. Baurat, Göttingen, Rosdorfer Weg 28.
10. **Bruns, H.**, Professor, Hildesheim, Almsstr. 10.
11. **Brusch, F. W.**, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Dortmund, Union, Portal I.
12. **Busch**, Kgl. Baurat, Hildesheim, Krähenberg 20 III.
13. **Capelle**, Reg.- und Baurat, Sorau (N.-L.), Am Bahnhof 1 a.
14. **Carling, W.**, Ing., Stadt-Baudirektor, Norrköping (Schweden).
15. **Claußen, F.**, Staatsbaurat, Vorstand des Hafenbauamts, Bremerhaven, Neuer Hafen 2.
16. **Crauel**, Dipl.-Ing., Berlin SW, Großbeerenstr. 57 A p.
17. **Delion**, Geh. Baurat, Elbing, Johannisstr. 12 I.
18. **Diestel**, Reg.- u. Geh. Baurat, Berlin W 30, Nachodstr. 3.
19. **Dreessen, E.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Berlin W-Schöneberg, Eisenacher Str. 69 II. r.
20. **Dubois, R.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Straßburg i. E.
21. **Ehlers, P.**, Kgl. Baurat, Professor, Zoppot, Kolbathstr.
22. **Eichentopf**, Kgl. Baurat, Köln, An der Münze 8.
23. **Elwitz, E.**, Dipl.-Ing., Ingenieurbureau, Düsseldorf, Jülicher Straße 23.
24. **Engelken**, Reg.-Baumeister, Karlsruhe, Vincentiusstr. 2.
25. **Espinosa, A.**, Zivil- und Maschinen-Ingenieur, Prof. a. d. Ingenieur-Schule, Lima (Peru), Calle de San Sebastian 127.
26. **Fein, A.**, Geh. Baurat, Köln a. Rh., Bremer Str. 10.
27. **Fischbach, J.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Hersfeld.
28. **Fischer, Th. H. J.**, Reg.- und Baurat, Angerburg i. Ostpr., Bahnhofstr. 5.
29. **Frankenberg, W.**, Architekt, Northeim i. Hann.
30. **Frey, O.**, Stadtbaurat, Göttingen, Lotzestr. 13 E.
31. **Gleystein**, Kgl. Baurat, Celle.
32. **Goltermann**, Reg.- und Geh. Baurat, Wiesbaden, Biebricher Straße 84 I.
33. **Grevemeyer, D.**, Reg.- und Geh. Baurat, Köln-Deutz, Constantinstr. 1.
34. **Grüning**, Reg.-Baumeister, Cuxhaven, Neue Reihe 16.
35. **Gsell, M.**, Dr.-Ing., Architekt, Stettin, Torneyer Str. 16/17 C.
36. **Haastein**, Dipl.-Ing., Landesbauinspektor, Münster (Westf.), Gertrudenstr. 41.
37. **Hartmann, W.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Trier, Marienstr. 9 II.
38. **Hass, W. C.**, Dipl.-Ing., Ingenieur b. d. Staatseisenbahnen in Niederl.-Indien, Bandjar (W. L.), Java.
39. **Heinemann, K.**, Reg.- und Baurat, Uelzen, Hoeftstr. 14.
40. **Heins, H.**, Reg.-Baumeister, Sterkrade, Steinbrinkstr. 49.
41. **Henke, F.**, Kgl. Baurat, Landes-Bauinspektor a. D., Goslar, Klaustorpromenade 28.
42. **Hensel**, Kgl. Baurat, Hildesheim, Boysenstr. 2.
43. **Hermes, C.**, Direktor der städtischen Gas-, Wasser- und Kanalwerke, Siegen.
44. **Hess**, Landesbauinspektor, Hildesheim, Boysenstr. 3.
45. **Hinrichs, H.**, Architekt, Hameln a. d. W., Groeningerstr. 1.
46. **Hinz, A.**, Baumeister, Unna i. W.
47. **Hirsch**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Aachen, Nizza-Allee 97.
48. **Holtvogt**, Kgl. Baurat, Hameln, Bürenstr. 10.
49. **Huhn**, Dipl.-Ing., Königshütte (O.-S.), Tempelstr. 37 II.
50. **Ilić, Michael, W.**, Ingenieur, Belgrad (Serbien).
51. **Jaenigen, E.**, Geh. Baurat, Wiesbaden, Taunusstr. 72.
52. **Jahr**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Minden i. W., Hahlerstraße 41 p.
53. **Jenner, F.**, Senator, Göttingen, Am weißen Stein 19.
54. **Jöhrens, Adolf**, Reg.-Baumeister a. D., Höchst a. M., Luciusstr. 9.
55. **Jöhrens, E.**, Reg.-Baumeister a. D., Kiel, Holtenauer Str. 135 III.
56. **Jordan, H.**, Dr.-Ing., Kaiserl. Baurat, Straßburg i. E., Fridolinstr. 2.
57. **Kampf**, Stadt-Baurat, Lüneburg, Schifferwall 4.
58. **Kattentidt**, Architekt, Hameln a. d W., Hermannstr. 4.
59. **Kellner, C.**, Dipl.-Ing., Oberingenieur der städtischen Licht- und Wasserwerke, Braunschweig, Kl. Burg 19.
60. **Kiehne, S.**, Dipl.-Ing., Diedenhofen (Lothr.), St. Annastr. 32.
61. **Köhncke, H.**, Ober-Ingenieur, Bremen, Contrescarpe 130.
62. **Krafft, Friedr.**, Architekt, Göttingen, Prinzenstr. 4.
63. **Krüger, Franz A.**, Architekt, Lüneburg.
64. **Labes**, Geh. Baurat, Berlin W 50, Bambergerstr. 58.
65. **Lehmberg, Chr.**, Kreis-Baumeister, Braunschweig, Gliesmaroderstr. 88.
66. **Leon, Alfons**, Dr.-Ing., Prof., Brünn (Mähren), Deutsche Techn. Hochschule.
67. **Löwe**, Reg.-Baumeister, Verden a. d. A., Andreaswall 20.
68. **Marcus, H.**, Dr.-Ing., Oberingenieur, Breslau, Wölfistr. 17.
69. **Meyer, H.**, Geh. Baurat, Lingen a. d. Ems.
70. **Meyer, Gustav**, Geh. Baurat, Berlin-Friedenau, Kirchstr. 28.
71. **Meyer, W.**, Reg.- u. Baurat, Lüneburg, Schlachthausstr. 11.
72. **Meyer, W.**, Stadtbaumeister, Jüterbog, Goethestr. 6.
73. **Mialaret, J.**, Architekt, Hauptlehrer a. d. Akademie der bildenden Künste, Maastricht, Breedestr. 11.

74. **Modersohn, C.**, Stadt-Baurat a. D., Münster i. W., Graelstr. 12.
75. **Möller, M.**, Geh. Hofrat, Professor, Braunschweig, Geysostr. 1.
76. **Möllering, A.**, Stadtbauinspektor, Hagen i. W., Frankfurter Straße 29.
77. **Müller, Gerh.**, Reg.- und Baurat, Berlin NW 52, Alt-Moabit 139/142.
78. **Müller, Paul**, Dr.-Ing., Ober-Ingenieur, Dortmund, Knappenbergerstr. 99 I.
79. **Mursa, Ulrico**, Engenheiro de Companhia Docas, Santos (Brasilien).
80. **Narten**, Landesbaumeister, Stade.
81. **Neumann, R.**, Eisenb.-Ingenieur, Halle a. d. S., Röntgenstr. 6.
82. **Nitsch**, Ingenieur, Krakau in Galizien, ul Kolejowa 18.
83. **Offermann, C.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Buenos Aires, Legacion Alemana.
84. **Pagenstecher**, Landesbaumeister, Osnabrück.
85. **Papke, E.**, Reg.- und Geh. Baurat, Posen, Wittelsbacherstraße 3 II.
86. **Pegelow, F. W. H.**, Direktor der Stockholm-Westeras-Bahn Stockholm, Wesegatan 7.
87. **Pilgrim, H.**, Dr.-Ing., Rechnungsrat der Württ. Staatseisenbahnen, Stuttgart, Azenbergstr. 36.
88. **Popovic, Svetozar**, Inspektor der serbischen Staatsbahnen, Belgrad in Serbien.
89. **Popp, A.**, Ingenieur, Strohof 13, Post Zebau b. Meseritz (Böhmen).
90. **Pustau**, Reg.- u. Baurat, Frankfurt a. M., Beethovenstr. 25 II.
91. **Quentell, C.**, Baurat, Düsseldorf, Cecilien-Allee 54.
92. **Ramisch**, Professor, Breslau 16, Kaiserstr. 88 I.
93. **Rathkamp, W.**, Architekt, Göttingen, Groneertorstr. 1.
94. **Rode, H.**, Dr.-Ing., Professor, Drontheim (Norwegen), Techn. Hochschule.
95. **Rohlfs, H.**, Baurat, Köln a. Rh., Vorgebirgstr. 11 II.
96. **Ruchholtz, E.**, Dipl.-Ing., Bureauchef der Abteilung Brückenbau der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Hüttenstr. 11.
97. **Sarre**, Wirkl. Geh. Oberbaurat, Präsident des Kgl. Eisenbahn-Zentralamts, Berlin W 9, Potsdamer Platz 4/6.
98. **Sauerwein**, Geh. Baurat, Harburg, Eißendorferstr. 9.
99. **Schacht**, Reg.- und Geh. Baurat, Saarbrücken 2, Trierer Straße 12 II.
100. **Schaek**, Reg.-Baumeister, Berlin W 57, Kurfürstenstr. 9 II.
101. **Schätzler, Joh. Th.**, Dipl.-Ing., Cuxhaven, Westerwischweg 23.
102. **Schilling**, Kgl. Baurat, Lünen (Lippe), Parkstr. 15.
103. **Schleyer, W.**, Reg.-Baumeister, Spandau, Kaiserstr. 16.
104. **Schlöbcke**, Kgl. Baurat, Lüneburg, Vor dem Neuentore 3.
105. **Schmiedel, O.**, Ober-Ingenieur, Buenos-Aires, Casilla de correo 152.
106. **Schönfeld**, Eisenbahn-Direktor, Lippstadt.
107. **Schrader, A.**, Reg.- und Baurat, Essen (Ruhr).
108. **Schütz**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Berlin-Pankow, Tirolerstr. 39 I.
109. **Schwidtal**, Reg.- und Baurat, Kassel, Humboldtstr. 29 I.
110. **Seevers, H.**, Hofbaurat Sr. Kgl. Hoheit des Herzogs von Cumberland, Gmunden, Weyerstr. 5.
111. **Sievers**, Reg.- und Baurat, Wilmersdorf b. Berlin, Kaiserplatz 16 II.
112. **Sikorski, Tadeus**, Professor, Krakau in Galizien, Universität.
113. **Stahl**, Ingenieur, Gut Vegesacksholm b. Riga.
114. **Stapelmann, E.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dortmund, Heiligerweg 54.
115. **Steuernagel**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Köln a. Rhein, Weidenbach 16.
116. **Stock, B.**, Ingenieur, Gr. Lichterfelde, Unter d. Eichen 92.
117. **Strebe**, Landesbaumeister, Goslar, Georgenberg 3.
118. **Suadicani**, Ober- und Geh. Baurat, Steglitz b. Berlin, Ringstraße 56 II
119. **Süßapfel**, Kgl. Baurat, Perleberg.
120. **Swain, George F.**, Professor of Civil Engineering Graduate School of Applied Science, Harvard-University, Cambridge, Boston.
121. **Sympher**, Dr.-Ing., Ministerialdirektor, Wirkl. Geh. Oberbaurat, Berlin W 66, Wilhelmstr. 80.
122. **Taurel, Luis F.**, Ingenieur, Buenos Aires, Calle Piedad 2549.
123. **Thürnau, K.**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Hemfurth (Waldeck).
124. **Tzschirntsch**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Pestalozzistr. 8 II.
125. **Uhthoff**, Baurat, Aurich, Ziegelstr. 6.
126. **Vater, A.**, Reg.- und Baurat, Erfurt, Bismarckstr. 17 I.
127. **Vieser, W.**, Dr.-Ing., Ingenieur, Triest, Via del Belvedere 20 p. 14.
128. **Vlachos, Char.**, Dr.-Ing., Eisenbahn-Ingenieur, Karlsruhe, Adlerstr. 14.
129. **Vogt, W.**, Baurat, Gnesen, Wreschener Str. 8.
130. **Voß, C.**, Architekt, Hildesheim, Peiner Str. 4.
131. **Wasmann**, Baurat a. D., Lüneburg, Gartenstr. 28.
132. **Wehrmann**, Dipl.-Ing., Perleberg (Bez. Potsdam), Beguinenwiese 3.
133. **Weidmann, C.**, Stadt-Bauingenieur, Stettin, Magazinstraße 1.
134. **Weinrich**, Kgl. Baurat, Bramsche (Bez. Osnabrück).
135. **Wening, H.**, Architekt, Hildesheim, Friedrichstr. 8.
136. **Werner, H.**, Reg.-Baumeister a. D., Corbach in Waldeck.
137. **Freiherr v. Westenholz**, Dr., Prof. an der Techn. Hochschule, Stuttgart.
138. **Westphal**, Zimmermeister, Lüneburg.
139. **Wilcke**, Geh. Baurat, Zoppot, Kronprinzenstr. 6 I.
140. **Wilms, Fr.**, Dipl.-Ing., Architekt, Bremen, Am Wall 6.
141. **Wißmann, A.**, Reg.-Baumeister, Vorstand des Kgl. Hochbauamts, Geestemünde.
142. **Wolckenhaar**, Stadt-Baumeister, Goslar.
143. **Wollner, P.**, Architekt, Varel (Oldbg.), Obernstr. 15.
144. **Wörner, Ad.**, Ingenieur, Budapest, Arena 102 II.

Außerordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Gades**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Mithoffstr. 2.
2. **Henseling, H.**, Dipl.-Ing., Klagesmarkt 23 III.
3. **Pfeiffer, Kath.**, Fräulein, cand. arch., Hildesheimer Str. 19 III.
4. **Suhrmann, E.**, Dipl.-Ing., Gustav Adolfstr. 17.
5. **Wreden, R.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Friedenstr. 4.

b. Auswärtige.

1. **Baumann, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Geestemünde, Schieferstr. 10.
2. **Bühl**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Diez (Lahn), Bahnhofstraße.
3. **Hallbauer, W.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Magdeburg, Beaumontstr. 17.
4. **Kesfeld**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Charlottenburg, Leibnizstr. 70, Gartenh. I r.
5. **Mylius**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Berlin-Wilmersdorf, Wilhelmsaue 131 I.
6. **Seyfferth**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Volksdorf (Bez. Hamburg.)

Die Bibliothek

ist nach der Kgl. Techn. Hochschule überführt und daselbst zu benutzen. Nachricht darüber gibt auf Anfrage der Vorstand.

Die Versammlungen

finden von Mitte Oktober bis Anfang Mai in der Regel am zweiten und vierten Mittwoch jeden Monats, abends 8¼ Uhr, statt.

Die Vereinsräume befinden sich im Künstlerhause, Sophienstraße 2. (Eingang Torweg rechts.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 2.
(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

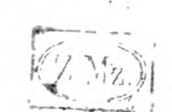
Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:



Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1918.



C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten

Richter, Baurat in Leipzig

Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau

von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 25 %/0 Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem **neu** erschienen:

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 25 %/0 Teuerungszuschlag.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Soeben erschien:

Handbuch des Wohnungswesens und der Wohnungsfrage

von

Dr. Rud. Eberstadt

ordentl. Honorarprofessor an der Königl. Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

Dritte umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 148 Abbildungen im Text

Preis: 16 Mark, geb. 18 Mark 20 Pf.

Inhalt: Einleitung. Erster Teil. Die Entwicklung der städtischen Bauweise. — Zweiter Teil. Die Preisbildung der städtischen Bodenwerte. — Dritter Teil. Wohnungszustände. — Vierter Teil. Die Praxis des Städtebaues. — Fünfter Teil. Kapitalbeschaffung. Bodenleihe. Besteuerung. — Sechster Teil. Verkehr. Ansiedelung. Ländliches Wohnungswesen. — Siebenter Teil. Bautätigkeit unter Gewinnverzicht. Oeffentlicher Grundbesitz. Gemeinnützige Veranstaltungen. — Achter Teil. Ausland. — Anhang I. 1. Das Preussische Wohnungsgesetz. 2. Runderlass über die Förderung von Kleinhaussiedelungen. — Anhang II. Kriegsmaßnahmen. Sachregister.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u. Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 25 %/0 Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 2.
(Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Ehrengrabmal für den General Otto von Emmich.

Von Stadtbaurat Paul Wolf (Hannover).

(Hierzu 5 Abbildungen auf Seite 81—84.)

Die Haupt- und Residenzstadt Hannover hat ihrem am 22. Dezember 1916 verstorbenen Ehrenbürger, dem General von Emmich, auf dem Engesohder Friedhofe ein Grabmal errichtet und damit eine letzte Dankespflicht gegen den Mann erfüllt, der zu Beginn des großen Völkerringens an der Spitze der Hannoverschen Truppen von Hannover auszog und die Niedersachsen von Sieg zu Sieg führte. Nach dem Entwurf des Verfassers ist das Denkmal zur ersten Wiederkehr des Todestages des Heerführers am 22. Dezember 1917 fertiggestellt worden.

Der Grundgedanke des Grabmalbaues knüpft an die alte germanische Sitte der Heldenehrung an, das Grab der Helden durch einen mächtigen Steinblock zu bezeichnen. Es lag nahe, für das deutsche Heldengrab in dieser Zeit eines unerhört gewaltigen nationalen Kampfes und angesichts der gigantischen Leistungen des gesamten deutschen Volkes einen künstlerischen Ausdruck zu finden, der nicht eine historisch-konventionale Stilform zeigt, sondern an eine urdeutsche Art der Heldenehrung anknüpft. Der Entwurf greift daher auf jene altgermanische Denkmalsform zurück, das Grab des Helden mit einem Monolith zu überdecken, eine Ehrung, wie sie den Niedersachsen aus zahlreichen Beispielen von Hünengräbern aus der Heide wohl vertraut ist, und wie sie in prachtvoller Monumentalität das Grabmal des Theoderich in Ravenna zeigt. Beim Emmichgrab ist der Gedanke des Hünengrabes ins Architektonische übersetzt.

Die gesamte Anlage ist auf dem Engesohder Friedhofe in der Mittelachse eines größeren Gräberfeldes angeordnet, für welches eine neue Belegung im Gange ist. Die Friedhofsverwaltung hat für die auf diesem Raum zu errichtenden Grabmale besondere Vorschriften erlassen, um eine künstlerisch einheitliche Gesamtwirkung des Bezirks zu erreichen, dessen Dominante das Emmichdenkmal bildet. Auf einer ungeteilten Rasenfläche stehend, ist es auf drei Seiten von einer hohen geschnittenen Eibenhecke eingefriedigt; hohe alte Zypressen flankieren es (Abb. 1 und 2).

Ueber einem zweistufigen quadratischen Unterbau von 5,2 ^{m} Breite erhebt sich ein kreisrunder Sockel, auf welchem 7 Pfeiler von keilförmigem Querschnitt und 1,6 ^{m} Höhe sich zu einem Rundbau zusammenschließen (Abb. 2 und 3). Der erste der 7 Pfeiler steht in der Achse der Gesamtanlage als Mittelpfeiler, in starken plastischen Formen das Wappen des toten Generals tragend, ein wagerecht durch Querbalken geteilter Schild mit 3 Sternen und einem geflügelten Helm mit 1 Stern (Abb. 4). Unterhalb des Wappens befindet sich die Widmungs-Inschrift: „Ihrem Ehrenbürger die Königliche Haupt- und Residenzstadt Hannover.“ Die Oeffnungen zwischen den Pfeilern sind durch schlichte Steingitter geschlossen, die mit Emblemen des Krieges, mit der Fackel und dem Schwert, geschmückt sind (Abb. 5). Ein Architrav, der die Felder oben zusammenfaßt, trägt in gewaltigen Lettern den Namen des Helden. Darüber wölbt sich in der Form einer Kugelschale der gewaltige Monolith mit 3,4 ^{m} Durchmesser und 1,28 ^{m} Höhe.

Das Monument ist in Ettringer Tuffstein ausgeführt, die plastischen Teile sind vom Bildhauer Vierthaler in Hannover modelliert.

Aus den Wegebauverwaltungen der Provinz Hannover und des Grossherzogtums Baden.

Auf Grund amtlichen Materials.

Von W. Voiges, Geh. Baurat (Eigenheim bei Wiesbaden).

Um über den Umfang der beiden vorgenannten Verwaltungen vor deren Besprechung im einzelnen eine allgemeine Uebersicht zu ermöglichen, dient die untenstehende Tabelle, in der das statistische einschlägliche Material aus den beiden 34 Jahre auseinanderliegenden Jahren 1879 und 1913 Aufnahme gefunden hat.

Die mit dem Namen „Landesdirektorium" bezeichnete provinzielle Selbstverwaltungsbehörde in Hannover verwaltet neben mehreren anderen gemeinnützigen Verwaltungsangelegenheiten die Wegebausachen, während in Baden die Großherzogliche Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues zu Karlsruhe für diese Sachen die vorgesetzte staatliche Behörde bildet.

Der Rückgang in den Längen der badischen Landstraßen erklärt sich durch ihre teilweise Ausscheidung, die durch die Gesetze vom 14. August 1900 und vom 31. Juli 1904 in der Weise ermöglicht wurde, daß ursprünglich nur 903,625 km ausschieden und als eine neue Straßenklasse, als Kreisstraßen, erklärt wurden. Die übrigen Kreisstraßen stammen aus zu Kreisstraßen erhobenen Gemeinde- oder anderen öffentlichen Wegen, die zur Aufnahme in den Kreisstraßenverband auf Grund des Straßengesetzes vom 14. Juni 1884 neugebaut wurden.

Tabelle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Einwohner		Besteinte Straßen				Von 8 kommen		
Jahr	Fläche in qkm	insgesamt	auf 1 qkm	Chausseen	Landstraßen	Gemeinde-Wege	5, 6 und 7 zusammen km	auf 1 qkm km	auf 1000 Einwohner km	Bemerkungen
				insgesamt in km						
Hannover:										Die Bevölkerungszunahme von 1879 bis 1913 beträgt auf den Quadratkilometer in Hannover 23, in Baden aber fast das Doppelte, nämlich 42, weshalb in Spalte 10 für Baden die auf 1000 Einwohner entfallenden Zahlen der Straßenkilometer minus werden, in der dünner bevölkerten Provinz Hannover aber ein erhebliches Plus zeigen; ebenso ist die Zunahme der auf 1 qkm Fläche entfallenden Straßenkilometer mit 0,250 in Hannover erheblich größer, als die gleichnamige Zahl in Baden mit 0,045. Am hervorragendsten in beiden Beziehungen waren schon 1879 Elsaß-Lothringen und Braunschweig, weshalb es um so mehr zu bedauern ist, daß die vorgesetzten Behörden dieser beiden Verwaltungen nicht in der Lage waren, das statistische Material für 1913 wegen kriegerischer Heranziehung eines großen Teils ihrer Beamten zur Verfügung zu stellen.
1879	38284	2017293	53	3268	5973	1217	10458	0,273	5,18	
1913	38509	2942436	76	3138	10076	6500	19714	0,523	6,70	
mehr oder	+ 225	+ 925143	+ 23	— 130	+ 4103	+ 5283	+ 9256	+ 0,250	+ 1,52	
weniger %	+ 0,6	+ 45,9	+ 43,4	— 4,1	+ 68,4	+ 113,4	+ 88,2	+ 0,29	+ 0,29	
							Eisenbahnen 1913:	0,086	0,112	
Baden:				Landstraßen	Kreisstraßen	Gemeindewege				
1879	15071	1507179	100	3827	—	5892	9719	0,645	6,45	
1913	15071	2142833	142	3043	1379	6377	10799	0,690	5,04	
mehr oder	—	+ 635654	+ 42	— 784	+ 1379	+ 485	+ 1080	+ 0,045	— 1,41	
weniger %	—	+ 42,0	+ 42,0	— 20,4	+ 13,8	+ 8,2	+ 11,1	+ 0,07	— 0,28	
							Eisenbahnen 1913:	0,139	0,098	
		nach der Zählung von 1910		Staatsstraßen	Bezirksstraßen	Vizinalstraßen und Wege			nach der Bevölkerungszahl von 1879	
Reichsland Els.-Lothringen 1879	14522	**1874014**	129	1170	700	12240	14110	0,970	**9,21**	
				Eisenbahnen nach der Volkszahl von 1910:				0,134	0,098	
Braunschweig 1879	3672	**494339**	135	737	—	1586	2323	0,630	**7,10**	
				Eisenbahnen nach der Volkszahl von 1910:				0,176	1310	

Die Wegebauverwaltung des Provinzialverbandes der Provinz Hannover — Organe derselben und deren Pflichten und Rechte —

bildet einen erheblichen Teil der vom Staate der Provinzialverwaltung überwiesenen Zweige der öffentlichen Verwaltung. Die dieserhalb bestellten Organe des Provinzialverbandes bestehen aus dem Provinziallandtage, dem Provinzialausschusse und dem Landesdirektorium, über deren Geschäftsführung der Staat sich durch den jeweiligen Oberpräsidenten und in höherer Instanz durch den Minister des Innern das Aufsichtsrecht vorbehalten hat.

Das Landesdirektorium besteht aus dem Landesdirektor und zwei stimmberechtigten Oberbeamten — Schatzräten —, die vom Provinziallandtage auf 6 bis höchstens 12 Jahre zu wählen sind. Die Wahl des Landesdirektors bedarf der Bestätigung des Königs.

Unter Aufsicht des Provinzialausschusses führt das Landesdirektorium die laufenden Geschäfte der kommunalständischen Provinzialverwaltung. Zu diesem Zwecke können ihm andere Oberbeamte mit beratender oder beschließender Stimme zugeordnet werden. Sämtliche Beamte haben die Rechte und Pflichten mittelbarer Staatsbeamten.

Der Provinziallandtag kann auf Antrag des Staatsministeriums durch königliche Verordnung aufgelöst werden.

Für die Bauverwaltung werden dem Landesdirektorium höhere Baubeamte mit beratender Stimme in den Direktoriums-

sitzungen bezüglich der ihnen in Gemäßheit der bestehenden Geschäftsverteilung zur Bearbeitung überwiesenen Angelegenheiten der Bauverwaltung zugeordnet. Eine beschließende Stimme kann ihnen durch den Provinzialausschuß beigelegt werden, jedoch mit der Maßgabe, daß von den höheren Baubeamten in derselben Frage immer nur einer zur Abgabe einer beschließenden Stimme berechtigt ist.

Auszug aus dem Besoldungsplan vom 1. April 1909 ab.

	Das Gehalt des oder der	beträgt von bis M.	Dasselbe steigt in der Regel in Zwischenräumen von Jahren	um M.	Wohnungsgeldzuschuß oder Dienstwohnung	Bemerkungen
1.	Landeshauptmann	15000 + 2000	—	—	D. W.	2000 M. sind nicht pensionsberechtigt. Nebenbezüge im Werte von 3000 M.
2.	zwei Schatzräte	7500—10000	3 zu 3	625	W. G.	Ein Schatzrat erhält für Vertretung des Landeshauptmanns jährlich 1000 M.
3.	Landesbauräte	6000—9000	3 zu 3	600	W. G.	Die den Provinzialwegemeistern für Beaufsichtigung von Landstraßen und Telegraphenanlagen gezahlten Beträge werden in vollem Betrage auf das Gehalt in Anrechnung gebracht. Wenn diese Nebenbezüge unter Hinzurechnen des planmäßigen Gehaltes den ihm zukommenden Gehaltsbetrag übersteigen, so verbleibt ihm der überschießende Betrag als persönliche, nicht pensionsberechtigte Zulage. Bei der Pensionierung dieser Wegemeister sowie bei Festsetzung des Witwen- und Waisengeldes wird der Berechnung der Pension ein um 300 M. höheres Diensteinkommen zugrunde gelegt, als der Betreffende an Gehalt bezog.
4.	Landesbaumeister	3400—6200	3 zu 3	400	W. G.	
5.	Landesbauverwalter u. Landessekretäre	2400—4800	3 zu 3	300	W. G.	
6.	Landesbauinspektoren .	4000—7200	3 zu 3	4 × 500 3 × 400	W. G.	
7.	Landesbauverwalter bei den Landesbauinspektionen	2100—3800	3 zu 3	5 × 300 1 × 200	W. G.	
8.	Sekretäre bei den Inspektionen	2100—3800	3 zu 3	5 × 300 1 × 200	W. G.	
9.	Provinzialwegemeister .	1650—2600	3 zu 3	6 × 125 2 × 100	W. G.	
10.	Chausseewärter	1050	—	—	W. G.	

Nach dem vom Provinziallandtag am 18. März 1909 erlassenen Regulativ, betreffend die Gewährung von Wohnungsgeldzuschüssen an die Provinzialbeamten,

richtet sich die Höhe des Wohnungsgeldzuschusses:

1. nach der Tarifklasse, der der Beamte angehört,
2. nach der Ortsklasse, der sein dienstlicher Wohnort zugewiesen ist.

Es werden drei Tarifklassen und vier Ortsklassen gebildet.

Der Wohnungsgeldzuschuß beträgt für Provinzialbeamte der Tarifklasse

	I	II	III
in der ersten Ortsklasse	880 M.	580 M.	360 M.
„ „ zweiten „	720 „	480 „	290 „
„ „ dritten „	640 „	400 „	220 „
„ „ vierten „	560 „	290 „	150 „

Zur Tarifklasse I gehören unter anderen die dem Landesdirektorium zugeordneten höheren Beamten, die höheren Baubeamten (Landesbauinspektoren und Landesbaumeister).

Zur Tarifklasse II werden die mittleren Beamten, u. a. die Landesbauverwalter und Wegemeister, gezählt.

Zur Tarifklasse III gehören die Unterbeamten.

Beamte, die Mietsvergütungen für die ihnen verwaltungsseitig überlassenen Wohnungen zu entrichten haben, erhalten diese vom 1. April 1909 ab um den Betrag des Wohnungsgeldzuschusses.

Bei Bemessung der Pension wird an Stelle des Wohnungsgeldzuschusses in Anrechnung gebracht:

1. bei Beamten der Tarifklasse I der Betrag von 800 M.
2. „ „ „ „ II „ „ „ 500 „
3. „ „ „ „ III „ „ „ 300 „

Aus dem vom Provinzialausschuß am 23. Januar 1889 erlassenen Regulativ, betreffend die Bewilligung von Umzugskosten der Provinzialbeamten bei Versetzungen,

geht hervor, daß Transporten auf je 10 km Entfernung zustehen:

1. den Landesbauinspektoren und Landesbaumeistern in Höhe von 10 M.;
2. den Landesbauverwaltern in Höhe von 7 M.;
3. den Chausseeaufsehern in Höhe von 5 M.;
4. den Chausseewärtern in Höhe von 4 M.

Für die sonstigen Umzugskosten erhalten die unter 1 genannten Beamten 300 M.; der unter 2 bezeichnete 200 M.; der Chausseeaufseher 150 M. und der Chausseewärter 150 M.

Beamte, die keine Familie besitzen, erhalten nur die Hälfte der obengenannten Vergütungen.

Das Ruhegehalt beträgt nach den am 24. Februar 1908 beschlossenen Bestimmungen des Provinziallandtages,

wenn die Versetzung in den Ruhestand nach vollendetem zehnten, jedoch vor vollendetem elften Dienstjahre eintritt, $^{20}/_{60}$ und steigt mit jedem weiter zurückgelegten Dienstjahr um $^{1}/_{60}$ und von da ab um $^{1}/_{120}$ des Diensteinkommens, nach dem das Ruhegehalt berechnet wird. Letzteres besteht in dem festen Gehalt und in dem Geldbetrage der etwaigen Nebeneinkünfte: als Dienstwohnung oder Mietentschädigung, Naturalbezüge usw. Bei der Anstellung ist der Betrag dieser letzteren, soweit sie dienstlich in Frage kommen, zu bezeichnen.

Dagegen kommen zufällige Einnahmen, wie Remunerationen, ebenso solche für Vorhaltung von Geschäftsräumen, für Heizung, Beleuchtung, für Tagegelder und Reisekosten, für bezogene Kopialien und Kassenverlustgelder nicht in Anrechnung.

Das Ruhegehalt soll niemals mehr als $^{45}/_{60}$ der Diensteinnahme betragen. Wenn aber nach den Vermögens- und sonstigen Verhältnissen eine besondere Bedürftigkeit vorliegt, der Beamte sich auch einer besonders treuen und tüchtigen Dienstführung befleißigt oder einen Unfall im Dienst erlitten hat, so kann bei der Pensionierung zwischen dem vollendeten zehnten und zwanzigsten Dienstjahre die regelmäßige Pension um 1200 M. und nach vollendetem zwanzigsten Dienstjahre bis zu 1500 M. erhöht werden, jedoch nie über den Betrag der anrechnungsfähigen Diensteinnahme des Angestellten. Die Pensionen werden für jedes Kalendervierteljahr im voraus in einer Summe gezahlt.

Statt des Ruhegehaltes kann im Wege der Einigung eine einmalige Abfindung zugestanden werden, die den vierfachen Betrag der bisherigen Diensteinnahme nicht übersteigt.

Nach den Satzungen der Provinzial-Witwen- und Waisenkasse vom $\frac{\text{8. Januar 1891}}{\text{20. Febr. 1901}}$ gewährt diese:

Witwengeld in Höhe des fünften Teiles der Diensteinnahme des verstorbenen Ehemannes, jedoch im Höchstbetrage von 3000 M.

Waisengeld wird bis zum vollendeten 20. Lebensjahre gewährt und beträgt:

a) für gänzlich verwaiste Kinder, d. h. solche, deren Mutter entweder nicht mehr lebt oder nach den Bestimmungen dieser Satzungen den Anspruch auf Witwengeld verloren hat,
   1. beim Vorhandensein von drei und mehreren Kindern $^3/_{15}$,
   2. „ „ „ zwei Kindern $^2/_{15}$,
   3. „ „ einer Waise $^1/_{15}$

   der nach den beiden letzten Absätzen dieses Paragraphen berechneten Diensteinnahme bzw. des Ruhegehaltes des verstorbenen Vaters, für die Beiträge an die Witwenkasse bezahlt sind;
b) für nur vaterlose Waisen $^3/_4$ der unter a) festgesetzten Beträge.

Wegebauwesen.

Wegepolizei. Das Gesetz in betreff der Radfelgenbeschläge an den Fuhrwerken in der Provinz Hannover vom 22. Februar 1879 bestimmt, daß die Radfelgenbeschläge aller bespannten Fuhrwerke, die auf den Chausseen, kunstmäßig ausgebauten Landstraßen oder Gemeindewegen zum Transport von Personen oder Sachen benutzt werden, desgleichen aller auf den genannten Straßen auf Rädern sich bewegenden Maschinen dürfen in ihrer Breite weder ausgerundet (konkav), noch in neuem Zustande abgerundet (konvex), müssen vielmehr in der Oberfläche eben und so befestigt sein, daß Nägel, Stifte, Schrauben usw. über diese nicht hervorstehen.

Die Breite der Radfelgen soll bei allen vorgenannten Fuhrwerken und Maschinen mindestens 5 cm betragen. Ausgenommen hiervon sind solche Fuhrwerke, deren Gewicht unter Hinzurechnung des Gewichts der Ladung (Personen und Sachen) 800 kg nicht überschreitet. Beträgt das Ladungsgewicht der vorgenannten Fuhrwerke oder das Gewicht der Maschinen:

2000 bis 3000 kg ausschließlich, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 7 cm,
3000 „ 5000 „ ausschließlich, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 11 cm,
5000 kg und mehr, so sollen die Radfelgenbeschläge mindestens 15 cm

breit sein.

Ladungsgewichte von mehr als 7500 kg oder Maschinen von einem Gesamtgewichte von mehr als 10000 kg dürfen auf den Chausseen und Landstraßen nicht ohne Genehmigung der betreffenden ständischen Wegebauinspektionen, auf Gemeindewegen nicht ohne Genehmigung der betreffenden Gemeindevorstände und nur unter Einhaltung der von diesen nach Maßgabe der Umstände des einzelnen Falles zu stellenden Bedingungen transportiert werden.

Die in diesem Gesetze gegebenen Vorschriften über die Beschaffenheit des äußeren Radkranzes finden auch auf eiserne Räder Anwendung.

Für zweirädrige Fuhrwerke ist bei den vorbezeichneten Breiten der Radfelgenbeschläge als höchstes Ladegewicht nur die Hälfte der angegebenen Gewichtssätze gestattet.

Am 7. April 1879 hat das Landesdirektorium eine Instruktion für die Anwendung dieses Gesetzes erlassen, nach der letzteres am 1. April 1879 in Kraft getreten ist.

Von den wichtigsten Strafbestimmungen für die Wegepolizei auf den hannoverschen Chausseen und Landstraßen mögen nur die nachstehenden angeführt werden:

1. Das mit dem 1. Januar 1872 in Kraft getretene Strafgesetzbuch für das Deutsche Reich vom 15. Mai 1871.
2. Polizeiverordnung des Oberpräsidenten über den Verkehr mit Dampfpflügen vom 25. Mai 1887.
3. Desgleichen betreffend den Verkehr mit Fahrrädern auf öffentlichen Wegen, Straßen und Plätzen vom 9. Juli 1900.
4. Desgleichen betreffend den Verkehr mit Kraftfahrzeugen vom 16. Juli 1901 mit den Abänderungen vom 22. März 1902 mit dem daraus hervorgegangenen Haftpflichtvertrag vom $\frac{\text{16. März}}{\text{1. April}}$ 1905.

Durch die Bundesratsverordnung vom 3. Februar 1910, die inzwischen am 1. Mai 1911 und 21. Juni 1913 einige Abänderungen erfahren hat, ist der in Rede stehende Verkehr auch in Baden so eingehend geregelt worden, daß die Erwartung, diese reichsgesetzlichen Vorschriften werden sich trotz der an anderer Stelle erwähnten außerordentlichen Zunahme des Kraftwagenverkehrs bei längerem Bestehen bewähren, gerechtfertigt erscheint.

Wegen Wahrnehmung der Wegepolizei auf den Chausseen durch die Wegemeister und Wärter gilt die vom Landesdirektorium am 19. Oktober 1903 erlassene Anweisung und auf den Landstraßen die vom Landrat gemeinsam mit der Landesbauinspektion ausgefertigte vom gleichen Tage.

Tagegelder und Reisekosten der Provinzialbeamten setzte am 10. Oktober 1873 der Provinziallandtag fest, und zwar unter anderen:

An Tagegeldern für die Mitglieder des Landesdirektoriums und für die oberen Provinzialbeamten, zu denen auch die Landesbauräte gehören, 9 M.; an Reisekosten für Reisen, die auf Eisenbahnen und Dampfschiffen zurückgelegt werden können, für die Meile (7,5 km) 1 M. und für jeden Zu- und Abgang 2 M. Bei Dienstreisen, die nicht auf Dampfschiffen oder Eisenbahnen zurückgelegt werden können, für die Meile 3 M. Für Dienstgeschäfte am Wohnort werden weder Tagegelder noch Reisekosten gezahlt. Das gleiche gilt von Geschäften außerhalb des Wohnortes in einer Entfernung von diesem von nicht mehr als $^1/_5$ Meile.

Nach dem Regulativ des Provinzialausschusses vom 2. März 1878 erhalten:

A. An Tage- bzw. Nachtquartiergeldern:

1. Die Landesbauinspektoren und Landesbaumeister 6 M., und daneben für jedes im Interesse des Dienstes erforderlich gewordene Nachtquartier 4 M.

2. Die etatsmäßig angestellten Hilfstechniker (Bauführer, Landesbauverwalter usw.) 4 M., und daneben für jedes im Interesse des Dienstes erforderlich gewordene Nachtquartier 3 M.

3. Die Chausseeaufseher und Wärter bei Dienstreisen außerhalb ihres Bezirkes Tagegeld 3 M., und bei Dienstreisen innerhalb ihres Bezirkes, wenn das Reiseziel über 15 km vom Wohnorte entfernt, für jedes genommene Nachtquartier 3 M.

B. An Reisekosten:

1. Die Landesbauinspektoren und Landesbaumeister:
   a) bei Reisen auf Eisenbahnen und Dampfschiffen für das Kilometer 8 Pf., und für jeden Zu- und Abgang zusammen 2 M.,
   b) bei Reisen mit der Post oder mit dem Omnibus für das Kilometer 13 Pf., und für jeden Zu- und Abgang zusammen 1 M.,
   c) bei Reisen mit sonstigen Beförderungsmitteln, wenn an einem Tage im ganzen nicht über 40 km zurückgelegt sind, für das Kilometer 40 Pf., wenn aber an einem Tage mehr als 40 km im ganzen zurückgelegt sind, für jedes überschießende Kilometer 26 Pf.
2. Die etatsmäßig angestellten Hilfstechniker, ausschließlich Landesbaumeister:
   a) bei Reisen auf Eisenbahnen und Dampfschiffen für das Kilometer 6 Pf., und für jeden Zu- und Abgang zusammen 1,50 M.,
   b) bei Reisen mit der Post oder mit dem Omnibus für das Kilometer 13 Pf., und für jeden Zu- und Abgang zusammen 1 M.,
   c) bei Reisen mit sonstigen Beförderungsmitteln für das Kilometer 20 Pf.
3. Die außerhalb ihres Bezirkes reisenden Chausseeaufseher und Wärter:
   a) bei Reisen auf Eisenbahnen oder Dampfschiffen für das Kilometer 6 Pf., und für jeden Zu- und Abgang zusammen 1,50 M.,
   b) bei Reisen, die weder auf Eisenbahnen noch Dampfschiffen zurückgelegt werden können, für das Kilometer 20 Pf.

Bei Dienstreisen innerhalb ihres Bezirkes erhalten die Chausseeaufseher und Wärter keine Fuhrkostenvergütung.

Die auf Dienstreisen etwa entrichteten Fähr-, Brücken- und Wegegelder werden nicht besonders erstattet.

Den Provinzialwegebaubeamten zu gewährende Entschädigung für Kostenaufwendungen im Dienst (1873).

Zur Anschaffung aller für den Dienst erforderlichen Schreib- und Zeichenmaterialien und sonstiger Bureau- und Registraturbedürfnisse, sowie zur Bestreitung von Kopialien und der Kosten aller übrigen mechanischen Bureauarbeiten empfängt der dem Bezirke vorgesetzte Landesbauinspektor (Baumeister) eine vom Landesdirektorium für jeden Bezirk näher festzustellende Aversionalvergütung von 540 bis 660 M. jährlich.

Dienstanweisung für die Landesbauinspektoren vom 20. Februar 1881.

Der Landesbauinspektor ist dem Landesdirektorium untergeben und demgemäß zur gewissenhaften Befolgung der Anordnungen desselben verpflichtet.

Die den Landesbauinspektionen etwa beigegebenen Hilfstechniker (Landesbaumeister, Wegbauführer, Wegbauverwalter usw.) sind dem Landesbauinspektor untergeordnet. Letzterer ist der Vorgesetzte der Chausseeaufseher, Landstraßenaufseher und ihrer Untergebenen.

Der Landesbauinspektor hat bei seinem Geschäftsbetriebe im allgemeinen nach den bestehenden Gesetzen, Verordnungen und Vorschriften, namentlich nach dem Reglement über die Verwaltung der Chausseen vom 21. September 1875 und den Ausführungsbestimmungen zum Gesetze über Abänderung der Wegegesetzgebung in der Provinz Hannover, sowie nach dem Gesetze vom 24. Mai 1894 und seinen Ausführungsbestimmungen, sich zu richten. Den zur Behandlung von Landstraßensachen bestimmten Sitzungen der Wegeverbandsvertretungen und der Ausschüsse soll der Landesbauinspektor, wenn irgend tunlich, ohne Ausnahme beiwohnen. Die technische Vorbereitung der Neubau- und Unterhaltungsarbeiten sowie die Ausführung derselben auf Grund der vom Landesdirektorium genehmigten Pläne und Kostenanschläge ist vom Landesbauinspektor mit Umsicht, Energie und Sparsamkeit wahrzunehmen, wobei Abweichungen von dem ordnungsmäßig festgestellten und Ueberschreitungen der Kostenanschläge ohne Genehmigung des Landesdirektoriums nicht gestattet sind. In betreff der Revision und Anweisung der Chausseezahlrollen (Rechnungen) hat der Landesbauinspektor die jeweils gültigen Bestimmungen über das Kassen- und Rechnungswesen zu beachten. Die Mitwirkung des Landesbauinspektors beim Gemeindewegebau hat nach Maßgabe der Verfügung des Landesdirektoriums vom 12. Februar 1876 zu erfolgen, soweit sie nicht ergänzt und teilweise abgeändert wurde durch die von den Kreisausschüssen mit Zustimmung des Landesdirektoriums erlassenen Regulative über den Ausbau und die Unterhaltung der Gemeindewege.

Für die Provinzialhilfstechniker gilt die Dienstordnung vom 21. Februar 1881 und für die Landesbauverwalter die vom 21. Februar 1881.

Die Landesbauverwalter sind von den Landesbauinspektionen unter andern heranzuziehen:

1. zur Ausführung von Vorarbeiten,
2. zur Führung der technischen und Rechnungsrapporte und der Chausseeinventarien.
3. zur örtlichen Abnahme der Gemeindewegebauten und zur örtlichen Revision der Geräte- und Materialbestände und zu Lokalverhandlungen mit Gemeinden und Privaten über Grundenteignungen, sowie zur Abhaltung von Verdingungsterminen.

Der Sekretär einer Landesbauinspektion ist nach der vom Provinzialausschuß am 13. Dezember 1905 erlassenen Dienstanweisung zunächst dem Inspektionsvorgesetzten, des weiteren dem Landesdirektorium dienstlich untergeben und Vorgesetzter des nichttechnischen Bureaupersonals der Landesbauinspektion, dagegen nicht Vorgesetzter des bei dieser beschäftigten sonstigen Personals (Wegemeister, Wärter usw.); hat er aber von der Landesbauinspektion oder seitens des Landesdirektoriums einen Auftrag erhalten, der Anordnungen an das letztbezeichnete Personal erforderlich macht, so hat dieses seinen Weisungen nachzukommen.

Die Dienstanweisung für die Provinzialwegemeister datiert vom 13. Dezember 1905.

Der Provinzialwegemeister ist dem Landesdirektorium sowie dem Landesbauinspektor, in dessen Geschäftsbezirke die von ihm zu beaufsichtigenden Chausseen liegen, oder dessen Stellvertreter untergeben und hat den Anordnungen seiner Vorgesetzten pünktlich Folge zu leisten. Ist dem Wegemeister auch die Aufsicht über Landstraßen übertragen, so finden auf sein Verhältnis zur Landstraßenverwaltung die Bestimmungen der Dienstanweisung, die das Landesdirektorium im Einverständnis mit dem betreffenden Kreisausschuß erlassen hat, Anwendung. Dem Wegemeister sind die Chausseewärter und deren Hilfsarbeiter auf den ihm zugewiesenen Chausseestrecken untergeben. Die Annahme und Entlassung von Chausseewärtern kann der Wegemeister dem Landesbauinspektor in Vorschlag bringen. Ohne vorgängige besondere Genehmigung seines Vorgesetzten darf der Wegemeister die ihm untergebenen Wärter höchstens auf die Dauer von 24 Stunden beurlauben, hat aber die gewährte Beurlaubung bei Einsendung des nächsten Monatsberichts dem Landesbau-

inspektor anzuzeigen. Die geschäftlichen Obliegenheiten des Wegemeisters umfassen unter anderen: die unmittelbare Beaufsichtigung der seiner Obhut anvertrauten Chausseen und ihrer Zubehörungen; zu diesem Zwecke hat er die Chausseen seines Dienstbezirks in ihrer ganzen Erstreckung so oft als nötig, in der Regel mindestens einmal in der Woche zu begehen und dabei den Zustand der Straßen und aller ihrer Zubehörungen, insbesondere der besteinten Fahrbahnen, Brücken und Durchlässe sorgfältig zu beachten.

Die Heranziehung, Anstellung und Beaufsichtigung der mit den vorbezeichneten Bauten zu beschäftigenden Arbeiter und Fuhrleute, sowie die Ueberwachung und Abnahme der geschehenen Lieferungen, Leistungen, Fuhren und Arbeiten und die Aufzeichnung des Ermittelten in das nach besonderer Vorschrift zu führende Tagebuch, sowie die Kontrolle der von den Chausseewärtern zu führenden Arbeitsbücher. Für jede Versäumnis, Unrichtigkeit und Verdunkelung des Tatbestandes bei Abnahme und Verrechnung der Lieferungen und Arbeiten ist der Wegemeister persönlich verantwortlich; er hat deshalb auf den Arbeitsstellen so lange zu verweilen, als es zur gehörigen Leitung und Beaufsichtigung der Arbeiten, Fuhren und Lieferungen erforderlich ist.

Die wahrheitsgetreue und gewissenhafte Aufstellung der Zahlrollen, Liquidationen und Nachweisungen auf Grund örtlicher Arbeitsabnahmen und sonstigen sicheren Ermittelungen, die gewissenhafte Bezeugung der Richtigkeit dieser Aufstellungen mittels vorgeschriebenen Attestes und die rechtzeitige Einsendung der Rechnungen und Nachweise.

Die Mitwirkung bei der Wegepolizei in Gemäßheit der Anweisung des Landesdirektoriums vom 19. Oktober 1903.

Bei Zuwiderhandlungen des Wegemeisters gegen die obigen Vorschriften steht dem vorgesetzten Landesbauinspektor das Recht zu, ihm Rügen und Verweise zu erteilen und weitere Bestrafungen beim Landesdirektorium zu beantragen.

Beschwerden des Wegemeisters über die ihn betreffenden Maßnahmen sind an das Landesdirektorium zu richten.

Der Lohnvertrag zwischen dem Landesbauinspektor und einem als Chausseewärter anzunehmenden Arbeiter ist durch Vordruck vorgeschrieben.

Hiernach hat der Wärter keinen Anspruch auf unausgesetzte Beschäftigung, hat aber im Falle seiner Verhinderung an der Ausübung seines Dienstes dem Wegemeister baldmöglichst Kenntnis davon zu geben und Vorschläge wegen seiner Vertretung zu machen. Während seiner Behinderung hat er auf Lohn keinen Anspruch. Der Lohn wird für die Monate November, Dezember, Januar und Februar als Winterlohn und für die übrigen Monate als Sommerlohn für den Arbeitstag vereinbart usw.

Nach der vom Landesdirektorium erlassenen Arbeitsordnung für die Wärter und Hilfsarbeiter auf den Chausseen und auf den Landstraßen usw.

werden:

1. Die $\frac{\text{Chausseewärter}}{\text{Landstraßenwärter}}$ auf Grund eines besondern Vertrages dauernd, die Hilfsarbeiter und Tagelöhner dagegen im Auftrage des Landesbauinspektors von dem $\frac{\text{Provinzialwegemeister}}{\text{Kreiswegemeister}}$ vorübergehend zur Arbeit angenommen.

2. Die Anweisung der Arbeit erfolgt regelmäßig durch den Wegemeister, bezüglich der Hilfsarbeiter jedoch ausnahmsweise auch durch den Wärter.

3. Jeder Wärter und Arbeiter hat die ihm aufgetragene Arbeit, mag sie im Akkord oder Tagelohn geschehen, vorschriftsmäßig und vollständig auszuführen, sich dabei stets fleißig, verträglich, höflich, ruhig und nüchtern zu benehmen und den Anordnungen des Aufsichtspersonals bereitwillig Folge zu leisten, widrigenfalls derselbe die Entfernung aus der Arbeit zu gewärtigen hat.

4. Soweit die Beschaffenheit der Arbeit es irgend zuläßt, ist die Leistung derselben zu bestimmten Preisen zu verdingen; die Arbeitsverrichtung gegen Tagelohn soll nur ausnahmsweise zugelassen werden.

5. Der Umfang und Preis der Akkordarbeiten wird vor oder bei dem Beginne derselben durch schriftliche oder mündliche Vereinbarung gehörig festgestellt.

6. Für die ausnahmsweise in Tagelohn auszuführenden Arbeiten wird die tägliche Arbeitszeit festgesetzt:

a) in der Jahreszeit vom 1. März bis Ende Oktober von morgens 6 Uhr bis abends 6 Uhr mit Ausschluß der Mittagsstunde von 12—1 Uhr und der Frühstücks- und Vesperzeit von je einer halben Stunde;

b) in der Jahreszeit vom 1. November bis Ende Februar von morgens 7 Uhr bis abends 5 Uhr mit Ausschluß der Mittagsstunde von 12—1 Uhr nebst einer Viertelstunde zur Einnahme des Frühstücks.

7. Der Wärter kann vom Wegemeister auf längstens 6 Tage beurlaubt werden.

8. Vergehen gegen fremdes Eigentum, Beleidigungen des Aufsichtspersonals und der Reisenden, Unfug und Trunkenheit haben während der Arbeitszeit haben außer der etwa verwirkten gesetzlichen Strafe unverzügliche Entlassung aus der Arbeit zur Folge.

Ordnung der Invalidenkasse für die auf den hannoverschen Chausseen beschäftigten Stationsarbeiter vom 14. Dezember 1886.

Nach dieser gehen das Vermögen der genannten, am 31. Dezember 1886 aufzulösenden Stationsarbeiter-Unterstützungskasse und die Verpflichtungen für Fälle von dauernder Arbeitsunfähigkeit oder Arbeitsinvalidität auf die Invalidenkasse über, deren Grundsätze, betreffend die Invaliden- und Hinterbliebenenversorgung der im Dienste der Provinz Hannover stehenden Chausseewärter (früher Stationsarbeiter) vom 25. Februar 1905 im folgenden im wesentlichen wiedergegeben werden sollen:

§ 1. Das Landesdirektorium wird ermächtigt, vom 1. April 1905 ab den im Dienste der hannoverschen Provinzialverwaltung befindlichen, der am 1. Januar 1891 geschlossenen Stationsarbeiter-Invalidenkasse nicht angehörenden Chausseewärtern ohne Begründung eines Rechtsanspruchs und jederzeit widerruflich:

a) bei unverschuldeter, durch körperliche oder geistige Gebrechen eingetretener dauernder Unfähigkeit zur Versehung des Dienstes eine Unterstützung (Invalidengeld),

b) im Falle des Todes für die Hinterbliebenen ein Witwen- und Waisengeld

nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen zu gewähren:

§ 2. Voraussetzung der Gewährung der im § 1 genannten Versorgung ist eine mindestens fünfjährige ununterbrochene Dienstzeit des Chausseewärters bei der hannoverschen Provinzialverwaltung. Hierbei kommen Unterbrechungen durch Krankheit, militärische Uebungen, provinzseitig stattgehabte Arbeitsunterbrechungen und Einberufungen bei einer Mobilmachung nicht in Betracht.

§ 3. Der dem Chausseewärter etwa zustehende Bezug einer Alters-, Invaliden-, Unfallrente oder eines Krankengeldes oder ähnlicher Bezüge nach Maßgabe der Reichsgesetze oder sonstiger gesetzlicher oder statutarischer usw. Bestimmungen soll auf die im § 1 Lit. a gedachte Versorgung im allgemeinen keinen Einfluß haben.

§ 4. Das Invalidengeld beträgt jährlich:

nach	5jähriger ununterbrochener Dienstzeit	50 M.
„ 10	„ „ „	60 „
„ 15	„ „ „	80 „
„ 20	„ „ „	100 „
„ 25	„ „ „	120 „

usw. von 5 zu 5 Jahren um 20 M. steigend, bis nach 45jähriger ununterbrochener Dienstzeit der Höchstsatz mit 200 M. erreicht ist.

§ 5. Die Zahlung des Invalidengeldes beginnt mit dem Zeitpunkte des Ausscheidens aus dem Dienste der hannoverschen Provinzialverwaltung infolge der im § 1 unter a aufgeführten Ursachen und endigt mit dem Ablauf desjenigen Monats, der auf den Monat, in dem der Empfänger gestorben ist, folgt; wird das Invalidengeld auf Grund des § 12 entzogen, so endigt die Zahlung des Invalidengeldes mit dem Ablauf desjenigen Monats, in dem der Entziehungsbeschluß gefaßt worden ist.

§ 6. Das Witwengeld beträgt jährlich 100 M. Der § 3 findet entsprechende Anwendung.

§ 7. Waisengeld erhalten die ehelichen und legitimierten Kinder bis zum vollendeten 14. Lebensjahre. Das Waisengeld beträgt für jedes Kind bei Ganzwaisen 60 M., bei Halbwaisen 30 M. jährlich.

§ 8. Kein Witwengeld erhält die Witwe, wenn die Ehe mit dem verstorbenen Chausseewärter innerhalb dreier Monate vor seinem Ableben oder wenn die Ehe erst nach dem Ausscheiden aus dem Dienste der Provinzialverwaltung geschlossen ist. In diesem Falle fällt auch der Anspruch auf Waisengeld für die aus einer solchen Ehe stammenden Kinder fort. Kein Witwengeld erhält die Witwe, wenn auf Antrag des Mannes die Ehe gerichtlich aufgelöst oder die Aufhebung der ehelichen Gemeinschaft ausgesprochen und die Ehefrau für den schuldigen Teil erklärt war.

Ist auf Antrag der Frau die Ehe gerichtlich aufgelöst oder die Aufhebung der ehelichen Gemeinschaft ausgesprochen und der Ehemann für den schuldigen Teil erklärt, so erhält die Frau Witwengeld. In diesem Falle erhält bei der Wiederverheiratung des geschiedenen Mannes die zweite Frau kein Witwengeld. Der Bezug des Witwengeldes hört mit der Wiederverheiratung der Frau auf.

§ 9. Die Zahlung des Witwen- und Waisengeldes beginnt mit dem Ablauf desjenigen Tages, bis zu dem dem Verstorbenen ein Diensteinkommen oder ein Invalidengeld zu gewähren war.

§ 10. Der Bezug des Witwen- und Waisengeldes hört auf:

1. für die Witwe mit dem Ablauf desjenigen Monats, in dem diese stirbt oder sich wiederverheiratet,
2. für jede Waise mit dem Ablauf desjenigen Monats, in dem dieselbe stirbt oder das 14. Jahr vollendet. Beim Tode einer Witwe tritt mit dem unter Ziffer 1 bezeichneten Zeitpunkte die Erhöhung des Waisengeldes von 30 M. auf 60 M. ein.

§ 11. Alle Zahlungen auf Grund der vorstehenden Bestimmungen erfolgen monatlich im voraus.

An wen die Zahlung zu leisten ist, bestimmt das Landesdirektorium.

Das Invalidengeld sowie das Witwen- und Waisengeld können weder übertragen, noch verpfändet, noch gepfändet werden.

§ 12. Ueber die Zubilligung des Invalidengeldes oder des Witwen- und Waisengeldes beschließt in jedem einzelnen Falle das Landesdirektorium, ebenso, ob der Bezug dieser Gelder entzogen werden soll:

1. wenn ein Empfänger eine die Dauer von einem Monat übersteigende Freiheitsstrafe erhält,
2. wenn ein Empfänger die deutsche Staatsangehörigkeit verliert,
3. wenn sich nachträglich herausstellt, daß die im § 1 Lit. a genannten Ursachen den Austritt des Chausseewärters aus dem Provinzialdienst nicht veranlaßt haben.

Gegen den Beschluß des Landesdirektoriums in den Fällen des Absatzes 1 und 2 dieses Paragraphen steht die Beschwerde an den Provinzialausschuß, der endgiltig entscheidet, offen.

§ 13. Den Chausseewärtern, die der am 1. Januar 1891 geschlossenen Stationsarbeiter-Invalidenkasse angehören, bleiben die ihnen nach Maßgabe der für diese Kasse bestehenden Ordnung vom 14. Dezember 1886 zustehenden Rechte ungeschmälert erhalten, dagegen werden sie von der nach § 3 dieser Ordnung ihnen obliegenden Verpflichtung zur Zahlung von Beiträgen vom 1. April 1905 ab befreit.

Diese Verpflichtung übernimmt von dem gedachten Zeitpunkte ab der Provinzialverband.

Grundsätze für die Annahme und Ausbildung von Anwärtern für den Provinzialwegemeisterdienst, erlassen vom Landesdirektorium am 14. September 1903.

Die sich für den Provinzialwegemeisterdienst meldenden zivilversorgungsberechtigten Militäranwärter, und ausnahmsweise auch sonstige geeignete Persönlichkeiten, werden beim Landesdirektorium als Anwärter zur Ausbildung notiert.

Daß solches geschehen, wird ihnen mit dem Folgenden mitgeteilt:

„Wenn die Ihnen vornotierten geeigneten Anwärter ausgebildet und so weit zur Anstellung gelangt sind, daß wir annehmen dürfen, Sie in absehbarer Zeit nach erfolgter Ausbildung anstellen zu können, werden wir Sie zunächst auf die Dauer von drei Monaten zur Einführung in den Wegemeisterdienst einberufen und einem unserer Landesbauinspektoren überweisen. Es soll dies in der Regel zum 1. Juli erfolgen.

Alsdann haben Sie einen Kursus auf der Wegemeisterschule in Siegen (Westfalen) durchzumachen, der mit Anfang Oktober beginnt, bis zum Ende Juni dauert und mit einer Schlußprüfung endigt."

Es wird dabei folgendes bestimmt:

Als Wegemeister sollen künftig nur solche Anwärter angestellt werden, die den Kursus der Wegemeisterschule durchgemacht und die Abgangsprüfung bestanden haben. Wenn sie sonst zum Wegemeisterdienst geeignet sind, so werden sie sofort nach bestandener Prüfung bei der Provinzialverwaltung als Aspirant angenommen und gegen eine Monatsvergütung von 100 M. einer Landesbauinspektion zur Beschäftigung überwiesen, bis eine Wegemeisterstelle frei geworden ist.

Bei längerer Dauer solcher außeretatsmäßigen Beschäftigung kann die Monatsvergütung durch das Landesdirektorium auf 120 M. erhöht werden.

Es sollen künftig nur so viel Anwärter zur Ausbildung einberufen werden, als voraussichtlich in kurzer Frist zur Anstellung kommen.

Regulativ für die Ausstattung der Provinzialwegemeister mit Fahrrädern und deren Unterhaltung vom 9. Oktober 1904, erlassen vom Provinzialausschuß.

1. Den Provinzialwegemeistern können auf den von von ihnen durch die Landesbauinspektionen gehenden Antrag vom Landesdirektorium Fahrräder zur Benutzung überwiesen werden, nachdem der Wegemeister seine Fähigkeit, ein Fahrrad zu gebrauchen, dargetan hat. Wird ein Wegemeister auf eine andere Dienststelle versetzt, so hat er das ihm überwiesene Fahrrad nach dorthin mitzunehmen, wenn nicht das Landesdirektorium anders beschließt. Tritt ein Wegemeister in den Ruhestand oder verstirbt er, so geht das Fahrrad auf seinen Nachfolger über.

2. Das Regulativ bestimmt in ausführlicher Weise die Rechte und Pflichten der Fahrradinhaber.

Hervorgehoben mag noch werden:

3. Die durch den ordnungsmäßigen Gebrauch oder durch Zufall nötig werdenden Ausbesserungen, Wiederherstellung und Erneuerung von Radteilen usw. hat der Wegemeister selbst und ohne Mitwirkung der Verwaltung zu beschaffen. Hierfür wird ihm alljährlich eine nachträglich zahlbare Vergütung von 25 M. gewährt.

4. Wird das Rad so unbrauchbar, daß es durch ein neues zu ersetzen ist, so hat der Wegemeister es zurückzugeben und erhält ein neues von der Verwaltung unter der Bedingung, daß er die Unbrauchbarkeit nicht verschuldet hat, geliefert.

Gelingt es dem Wegemeister, das Rad bei ordnungsmäßigem Gebrauche länger als fünf Jahre dienstfähig zu erhalten, so bekommt er für jedes Jahr des fünf Jahre übersteigenden Gebrauchs eine nachträglich zu zahlende Prämie von 30 M.

5. Wird ein bereits in Gebrauch gewesenes Fahrrad einem Wegemeister überwiesen, so hat das Landesdirektorium zu bestimmen, wie lange er dasselbe zu benutzen hat, um in den Genuß der Prämie zu gelangen, sowie für die Unterhaltung des Rades die jährliche Vergütung, die bis auf 50 M. erhöht werden kann, festzusetzen.

6. Wünscht ein Wegemeister sich ein eigenes Rad anzuschaffen und zum dienstlichen Gebrauche, entsprechend dem ersten Absatz unter Ziffer 2, zu halten, so kann er durch den Landesbauinspektor beim Landesdirektorium einen desfallsigen Antrag stellen. Wird dieser genehmigt, so erhält der Wegemeister für das Fahrrad alljährlich 55 M.

Die Bestimmungen des Landesdirektoriums vom 7. Mai 1878 über die Benutzung und Unterhaltung von Dienstwohnungen der Chausseeaufseher (jetzt Wegemeister) und Wärter

sind die üblichen, aus denen nur hervorgehoben werden mag, daß bauliche Veränderungen in der Dienstwohnung und deren sämtlichen Zubehörungen, sowie Umgestaltung der Höfe, Vorplätze und Gärten und ihrer Einfriedigungen nur mit Genehmigung der Landesbauinspektion vom Wohnungsinhaber vorgenommen werden dürfen. Dasselbe gilt von der Beseitigung oder Umsetzung von Bäumen.

Verfügung des Landesdirektoriums, betreffend Tarif für Benutzung der Chausseen durch Rohrleitungen usw. vom 3. Juli 1903.

1. Rohrleitungen in Sommerwegen, Banketten oder unbefestigten Fußwegen und Grabenfeldern für das Kilometer 10 M.; 2. desgleichen in der Steinbahn oder befestigten Fußwegen für das Kilometer 50 M.; 3. dazu für jede Durchquerung der Chaussee 3 M.; 4. für jeden Hausanschluß 1,50 M.

Benutzungsordnung für den Kraftwagen der hannoverschen Provinzialverwaltung vom 13. Oktober 1909.

Der Kraftwagen ist in erster Linie zur Benutzung für dienstliche Zwecke durch die Mitglieder des Landesdirektoriums und die diesem beigegebenen oberen Beamten bestimmt, kann jedoch, soweit er dazu nicht in Anspruch genommen wird, von den gedachten Beamten auch zu Privatzwecken gebraucht werden. Wenn für die gleiche Benutzungszeit mehrere Anmeldungen nach Ausweis des zu führenden Anmeldebuches zusammentreffen, so hat die Anmeldung zu einer Dienstreise den Vorzug vor der Anmeldung zu einer Privatfahrt.

Den Benutzern des Kraftwagens ist verboten, den Wagen, außer in Notfällen, selbst zu steuern.

Für die dienstliche Benutzung des Kraftwagens werden von jedem Teilnehmer folgende Vergütungen erhoben, die zu der bei der Provinzialhauptkasse eingerichteten Kraftwagenkasse zu zahlen sind:

1. für jedes angefangene Kilometer des benutzten Weges 30 Pf. von jedem Benutzer;
2. wenn der Wagen leer geht oder auf Fahrten, für welche Landweg nicht berechnet werden kann, 9 Pf. für jedes angefangene Kilometer, berechnet nach der Eisenbahnstrecke.

Die mittleren Provinzialbeamten zahlen nur die Hälfte dieser Sätze.

Bei außerdienstlichen Fahrten sind für jedes angefangene Kilometer des benutzten Weges 30 Pf. zu zahlen, ohne Rücksicht auf die Zahl der Teilnehmer eins in allem.

Für Fahrten innerhalb des Stadtbezirks wird für die angefangene erste halbe Stunde eine Gebühr von 2 M., für jede angefangene weitere Viertelstunde 1 M. gezahlt.

Der Chauffeur hat über die Benutzung des Kraftwagens ein Fahrtenbuch nach vorzuschreibendem Formular zu führen und in dieses genau den Zeitpunkt einzutragen, wann er mit dem Wagen zum Antritt der Fahrt die Wagenhalle verlassen hat und nach Beendigung der Fahrt wieder in die Halle zurückgekehrt ist usw.

Gesetzgebung in betreff des provinzialständischen Wegebaues.

Klasseneinteilung der öffentlichen Wege.

Die bereits im vormaligen Königreich bestandenen drei Klassen öffentlicher Wege, Chausseen, Landstraßen und Gemeindewege, bestehen gegenwärtig auch noch in der Provinz Hannover.

I. Die Chausseen

gingen 1866 bei der Einverleibung des Königreichs Hannover in Preußen als Staatsstraßen in die preußische Staatsverwaltung über und wurden anfangs 1876 auf Grund der Dotationsgesetze vom 30. April 1873 und vom 8. Juli 1875 als Provinzialstraßen der Provinz Hannover zur Verwaltung, technischen Bauleitung sowie zur Unterhaltung der bereits ausgebauten Staatschausseen als Eigentum mit allen Nutzungen und Zubehörungen der Provinz Hannover überwiesen. Da diese von dem ihr gesetzlich zugestandenen Rechte, die Verwaltung und Unterhaltung der ihr überwiesenen ehemaligen Staatsstraßen auf engere Kommunalverbände (Kreise usw.) zu übertragen, nur in einigen Fällen gegenüber Stadtverwaltungen Gebrauch gemacht hat, so blieb die Ausdehnung des hannoverschen Chausseenetzes, abgesehen von durch Verlegungen und Umbauten entstandenen kleinen Längenänderungen, fast unverändert, da auch die Aufnahme anderer Straßen in die Klasse der Staatsstraßen, die nach dem hannoverschen Chausseebaugesetze vom 20. Juni 1851 möglich war, durch Aufhebung der betreffenden Bestimmung dieses Gesetzes ausgeschlossen wurde.

Der Provinziallandtag bewilligt aus den Jahresdotationen auf Grund des Haushaltsplanes die zur Instandhaltung der Chausseen erforderlichen Geldmittel.

II. Die Landstraßen.

Zu diesen zählen nach dem Gesetze vom 24. Mai 1894 die öffentlichen Wege, die schon bisher als Landstraßen erklärt worden sind oder in Zukunft für Landstraßen in vorgeschriebener Art erklärt werden.

Um einen Weg als „Landstraße“ erklären zu können, muß er den Verkehr größerer Orte unter sich oder mit anderen öffentlichen Wegen, Eisenbahnen, Häfen, Strömen, Ein- und Ausladeplätzen oder anderen wichtigeren gemeinnützigen Anlagen dienen oder solche untereinander verbinden, jedoch können bereits landstraßenmäßig ausgebaute Wege auch ohne diese Voraussetzung unter die Landstraßen aufgenommen werden.

Ueber die Aufnahme eines Weges unter die Landstraßen und den Ausschluß eines solchen aus der Klasse der Landstraßen beschließt der Kreistag mit einfacher Stimmenmehrheit, dessen Beschluß indessen der Zustimmung

des Provinzialausschusses und der Bestätigung des Oberpräsidenten bedarf.

Die Landstraßen sind als Kunststraßen mit besteinten Fahrbahnen auszubauen und zu unterhalten. Zu diesem Zwecke waren vor der im Jahre 1885 durchgeführten Kreisordnung die alten Wegeverbände — zusammenfallend mit den früheren Verwaltungsämtern — gebildet. Seit 1885 liegt aber der Neubau und die Unterhaltung der Landstraßen den Kreisen ob, und deren Vertretungen, die Kreistage, haben die dazu erforderlichen Mittel zu bewilligen.

Für die Verwaltung der Landstraßen gelten die Bestimmungen in den Ausführungsvorschriften zu den hannoverschen Wegegesetzen vom 31. Dezember 1895, nach denen die Landstraßen von den Kreisen unter Mitwirkung der Organe des Provinzialverbandes verwaltet werden.

Der technische Betrieb auf den Landstraßen wird unter Mitwirkung des Kreisausschusses von dem Landesdirektorium mit Hilfe der ihm beigegebenen oberen technischen Beamten, sowie des ihm unterstellten sonstigen Baupersonals geleitet.

III. Gemeindewege

sind solche Fahr-, Trift- und Fußwege, die zur Verbindung der Gemeinden, einzelner Abteilungen derselben oder einzelner Höfe miteinander oder mit anderen öffentlichen Wegen, Eisenbahnen, Häfen und Fährstellen, Kirchen, Friedhöfen, Mühlen sowie mit Forsten, Mooren, Weiden und Feldern usw. bestimmt und nicht Privatwege sind.

Die Gemeinde beschließt, ob ein Gemeindeweg anzulegen, zu verlegen oder aufzugeben, oder ein Privatweg unter die Klasse der Gemeindewege zu versetzen ist.

Der Neubau und die Unterhaltung der Gemeindewege hat nach Maßgabe des Bedürfnisses, der Oertlichkeit und der Kräfte der Pflichtigen zu geschehen. Hiernach sind Gemeindewege mit besteinten Fahrbahnen auszubauen und zu unterhalten, sofern die Besteinung zur dauernden Fahrbarkeit des Weges erforderlich ist.

Die Gemeindewege innerhalb der zusammenhängend gebauten Orte — Ortsstraßen — sind in der Regel mit Steinbahn zu versehen.

Nach diesen allgemein angeführten Kennzeichen der noch bestehenden drei Arten öffentlicher Wege bleiben noch die einzelnen darauf bezüglichen Gesetze, Verordnungen und Ausführungsbestimmungen usw. kurz zu besprechen.

Zu I (Chausseen).

Das hannoversche Gesetz vom 20. Juni 1851 über die Anlegung und Unterhaltung der Landeschausseen ist durch neuere Bestimmungen vielfach durchlöchert und veraltet, hebt aber schon die älteren Bestimmungen über die Ableistung unentgeltlicher Chausseedienste und die sich darauf beziehenden Weggeldfreiheiten auf.

Das preußische Gesetz vom 27. Mai 1874 hebt vom 1. Januar 1875 ab die Erhebung von Chausseegeld auf den Staatsstraßen auf.

Das Reglement über die Verwaltung der Staats-(Provinzial)-Chausseen, erlassen vom Provinziallandtage am 21. September 1875,

bestimmt:

1. daß die Verwaltung der Staats-(Provinzial)-Chausseen von dem Provinzialausschusse und dem Landesdirektorium nach den Bestimmungen des Gesetzes über den Chausseebau vom 20. Juni 1851, soweit dasselbe noch in Geltung ist, des Regulativs für die Organisation der Verwaltung des provinzialständischen Vermögens usw. vom 1. November 1868 und des gegenwärtigen Reglements geführt wird. Jedoch bleibt der Beschlußfassung des Provinziallandtages vorbehalten:

   a) die Abänderung des gegenwärtigen Reglements;
   b) die Feststellung des Etats für die Chausseeverwaltung mit den daraus nach den Grundsätzen über das ständische Kassen- und Rechnungswesen sich ergebenden Befugnissen;
   c) die Zahl der Chausseebaubezirke (Landesbauinspektionen) sowie deren Abgrenzung.

2. Zur Kompetenz des Provinzialausschusses gehört insbesondere:

   a) die Anstellung, Entlassung und Pensionierung des zur Verwaltung der Chausseen erforderlichen Personals, vorbehaltlich der Befugnis, die Anstellung von Chausseeaufsehern und die Annahme von Chausseewärtern dem Landesdirektorium zu überlassen;
   b) die Beschlußfassung über die Verlegung oder den Umbau von Chausseestrecken und die Erneuerung größerer Chausseebrücken und Bauwerke, sowie über die Höhe der für diese Zwecke und für die Unterhaltung der Chausseen und ihrer Zubehörungen zu verwendenden etatsmäßigen Mittel;
   c) die Beschlußfassung über die bei der Verwaltung der Chausseen zu befolgenden allgemeinen Grundsätze, insoweit solche nicht bereits durch Gesetze, Verordnungen und Reglements festgestellt sind.

Der Provinzialausschuß erledigt die ihm überwiesenen Geschäfte in den Formen und nach den Bestimmungen seiner vom Provinziallandtage erlassenen Geschäftsordnung.

3. Das Landesdirektorium leitet mit Hilfe der ihm beigegebenen und unterstellten Bautechniker, sowie des sonstigen Baupersonals den technischen Betrieb auf den Chausseen und führt die übrigen laufenden Geschäfte der Chausseeverwaltung nach Maßgabe seiner Geschäftsinstruktion vom $\frac{\text{22. Juni 1885}}{\text{13. Dezember 1905}}$ und des Reglements über das ständische Kassenwesen. Es hat über die Verwendung der vom Provinziallandtage bewilligten Baumittel alljährlich einen Plan über die einzelnen Verwendungszwecke vorzulegen und nach Genehmigung durch den Provinzialausschuß die nötigen Anordnungen zu seiner Ausführung zu treffen.

Das Landesdirektorium führt die Aufsicht über sämtliche Beamte der Chausseeverwaltung und erteilt ihnen ihre Dienstanweisungen. Es vertritt die Chausseeverwaltung in allen Angelegenheiten nach außen, unabhängig von der Frage, ob in der betreffenden Sache die Genehmigung des Provinziallandtages oder des Ausschusses notwendig war.

Gegen technische Anordnungen des Landesdirektoriums ist die Berufung an den Provinzialausschuß zulässig, der endgültig entscheidet.

4. Die Vorstände der Chausseebaubezirke haben zugleich die Geschäfte der Vorstände der Landstraßenbaubezirke nach den dieserhalb bestehenden Bestimmungen.

5. Zur unmittelbaren Aufsicht über die Chausseen werden Aufseher — jetzt Wegemeister — angestellt und zur Wartung nach dem vorhandenen Bedürfnis Chausseewärter, deren Vorgesetzter der Aufseher, derjenige des Aufsehers der Landesbauinspektor ist.

6. Die bei der Chausseeverwaltung amtlich beschäftigten Angestellten haben die Rechte und Pflichten provinzialständischer Beamten, die, wenn nichts anderes bestimmt ist, die Pensionsberechtigung nach dem Pensionsreglement vom $\frac{\text{8. Oktober 1884}}{\text{20. Februar 1903}}$ genießen.

7. Hinsichtlich der Bauart der Chausseen sind die später anzuführenden Regeln über die Bauart der Landstraßen maßgebend.

Das Gesetz, betreffend die Vorausleistungen zum Wegebau, vom 18. August 1902

erweckt eine leise Erinnerung an das erst 1875 zur Freude aller Nichtchausseegelderheber zu Grabe getragene Chausseegeld und sagt im wesentlichen folgendes:

Wird ein öffentlicher Weg oder eine Brücke, die eine selbständige Verkehrsanlage bildet, infolge der Anlegung von Fabriken, Bergwerken, Steinbrüchen, Ziegeleien oder ähnlichen Unternehmungen vorübergehend, oder durch den Betrieb dauernd, in erheblichem Maße abgenutzt, so kann auf Antrag derjenigen, deren Unterhaltungslast dadurch vermehrt wird, dem Unternehmer nach Verhältnis dieser Mehrbelastung, wenn und insoweit sie nicht durch Erhebung von Chaussee-, Wege-, Pflaster- oder Brückengeld gedeckt wird, ein angemessener Beitrag zu der Unterhaltung des betreffenden Weges auferlegt werden.

Zu diesem Gesetze ist vom Provinziallandtage am 28. Februar 1905 eine Anweisung erlassen, die Einzelheiten in erwünschter Weise erläutert.

Hinzuzufügen ist, daß in den elf Jahren von 1903 bis einschließlich 1913 die jährliche Veranlagungssumme durchschnittlich 109 979 M., rd. also 4,2 Prozent der in 1914 für die regelmäßige Unterhaltung der Chausseen bestimmten Kosten, beträgt. Mit Rücksicht auf die durch den Krieg verschlechterte wirtschaftliche Lage haben bereits bei der Einziehung der Beiträge für 1913 sowie der Pauschbeiträge für 1914 weitgehende Erleichterungen und größere Nachlässe gewährt werden müssen, die sich in den Jahren 1915 und 1916 steigern werden, da der Verkehr vieler Ziegeleien, Steinbrüche, Kalkwerke, Brennereien, Brauereien, Zuckerfabriken, Sägewerke entweder völlig eingestellt oder doch erheblich vermindert ist.

Die bei der Veranlagung den Bauämtern (früher Landesbauinspektionen) zufallende nicht unbeträchtliche Arbeitslast wird durch die infolge des Kriegszustandes zahlreich eingelaufenen Reklamationen und deren Prüfung noch vermehrt, was um so fühlbarer wird, als ein großer Teil der Bauamtsvorstände und Wegemeister sich im Felde befindet.

Infolge der Zeitverhältnisse mußten 95 Klagen in 1914 gegen 39 in 1912 — größtenteils vorläufig — erhoben werden. Hiervon sind bis jetzt erledigt durch gütliche Einigung 72 Fälle und durch rechtskräftige Entscheidung 9 Fälle, so daß in 14 Fällen eine Entscheidung noch ausstand.

Obstbaumpflanzungen an den Landstraßen (Chausseen)

sind in Hannover schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts begonnen und, soweit es klimatische und Bodenverhältnisse gestatteten, in erheblichem Umfange und mit besonderer Sorgfalt fortgesetzt worden, so daß schon 1903 von 195 291 Straßenbäumen auf den Chausseen, die meistens Apfelbäume waren, nach dem Durchschnitte der 27 vorhergegangenen Jahre ein Bruttoertrag von jährlich 94 517 M., also von jedem Baum 53,8 Pf., erlöst wurden.

Auch in Baden ist in Rücksicht auf die Sicherheit und Annehmlichkeit des Verkehrs von Jahr zu Jahr den Obstbaumpflanzungen auf den mit den hannoverschen Chausseen an Bedeutung und Behandlung gleichstehenden badischen Landstraßen erhöhte Aufmerksamkeit zuteil geworden, so daß auch hier im Jahre 1905 die Zahl der Obstbäume 119 058, im Jahre 1912 aber schon 122 525 betrug, von denen, im Gegensatz zu Hannover, 35,3 % Apfelbäume, 35,1 % Birnbäume, 27,6 % Kirschbäume und 2 % andere Obstbäume waren. Da jede der in Rede stehenden Straßenstrecken eine annähernd gleiche Länge von wenig mehr als 3000 Kilometer hat, fällt es auf, daß dagegen in der Zeit von 1903 bis 1914 die hannoverschen Chausseebäume nicht nur nicht zahlreicher geworden sind, sondern sich, wie die Abb. 1 zeigt, in den genannten Jahren um 5703 Stück vermindert haben. Dies dürfte wohl mit in der Altersabgängigkeit vieler Bäume seinen Grund haben.

Die Abbildung bestätigt die bekannte Erfahrungstatsache, daß die Obsterträgnisse in den einzelnen Jahren stark schwanken und zickzackförmig auf und ab steigen. So ergibt sich beispielsweise in Hannover im Jahre 1914 ein Ertrag, der kaum die Hälfte des überraschend hohen aus dem gesegneten Weinjahre 1911 erreicht, und in Baden lieferte das Fehljahr 1905 wenig mehr als ein Viertel des Höchstertrages aus dem Jahre 1910.

Indessen zeigt sich sowohl in Baden als in Hannover ein starkes, bis zur Verdoppelung gehendes Steigen der Erträge von 1905 bis 1914, denn im Durchschnitt der drei Jahre 1900 bis 1902 betrugen die Einnahmen von einem Baum in Hannover das 2,26fache der Ausgaben, dagegen in den vier Jahren 1911 bis 1914 das 3,12fache; in Baden in den Jahren 1900 bis 1912 das 2,49fache. Der gestiegene Preis des Obstes dürfte dazu am meisten beitragen.

In Hannover errechnete man als Teile der Ausgaben rund:

65,0 % auf Baumschnitt und Pflege,
12,7 % „ Schutzmaßregeln gegen Insekten,
10,0 % „ Pflanzungen,
7,1 % „ Bewachung,
4,1 % „ Verwertung,
1,1 % „ Düngung.

Die im Jahre 1903 auf den mit den badischen Kreisstraßen gleichzustellenden hannoverschen, im Eigentum der Kreise befindlichen Landstraßen stehenden 488 966 Obstbäume lieferten im Durchschnitt der drei Jahre 1900 bis 1903 das Stück durchschnittlich 31,3 Pf., veranlaßten aber an Ausgaben 26 Pf., ergaben also einen Reingewinn von nur rund 5 Pf., dessen Geringfügigkeit darauf beruht, daß diese Bäume meist noch jüngere waren, also unter ihnen die Zahl der noch nicht tragenden die der tragenden überwog.

Das Pflanzmaterial in Hannover wird im wesentlichen aus der Baumschule des vom Provinzialverband angekauften Rittergutes Löhne bezogen.

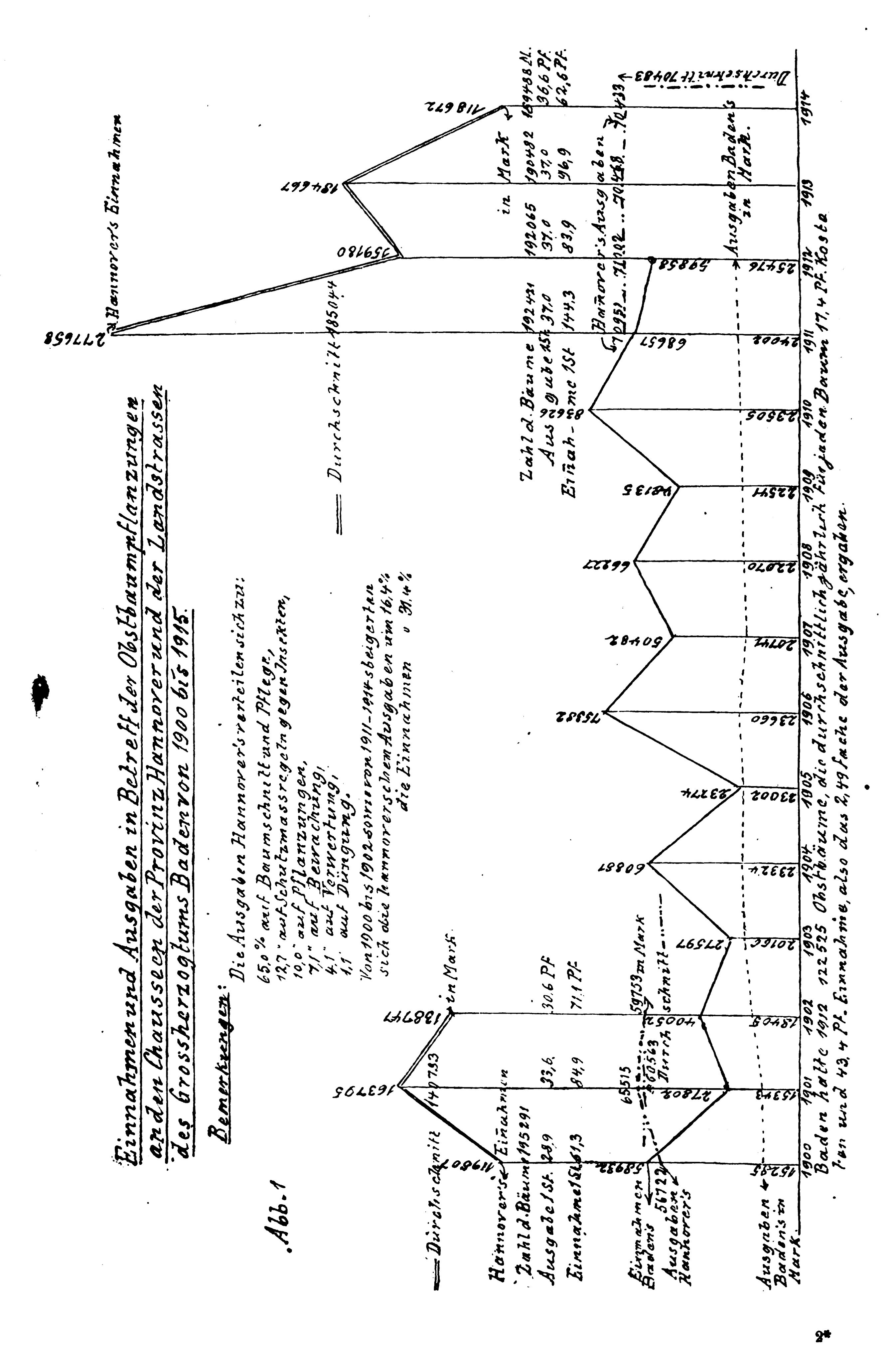
Auch in Baden waren am Ende des Jahres 1912 für den gleichen Zweck elf staatseigene Baumschulen vorhanden mit 21 473 Stück Obst- und Waldbäumen, von denen 2750 Stück versetzbar waren, während von den 1904 vorhandenen 13 222 Stück erst 1016 versetzbar erschienen, so daß auch hier in Zukunft steigende Obsterträge von den Bäumen der Landstraßen erwartet werden dürfen.

Hervorgehoben mag noch werden, daß gut gehaltene Straßenpflanzungen die Besitzer privater Baumstückbesitzer unwillkürlich zur Nachahmung anregen, was um so weniger zu unterschätzen ist, als die auf Kosten der öffentlichen Straßenverwaltungen zu besonderen Baumwärtern ausgebildeten Straßenwärter ihr Wissen und Können gern in die ländliche Bevölkerung tragen.

Verkehr.

In Baden hat man die Ergebnisse der Jahreszählungen des Verkehrs auf den dortigen Landstraßen von 1904/5 bis 1912 in sechs Gruppen zergliedert und zwar:

	a) Angenommene Zugtierzahlen	b) Im Mittel befahrene Klm
I. Gruppe mit mehr als 1000 Zugtieren täglich	1200	34
II. „ „ 1000 bis 500 „ „	750	74
III. „ „ 500 „ 100 „ „	300	1206
IV. „ „ 100 „ 50 „ „	75	1070
V. „ „ 50 „ 30 „ „	40	424
VI. „ „ weniger als 30 „ „	15	233


Einnahmen und Ausgaben in Betreff der Obstbaumpflanzungen an den Chausseen der Provinz Hannover und der Landstrassen des Grossherzogtums Baden von 1900 bis 1915.
Abb. 1
Bemerkungen:
Die Ausgaben Hannover's verteilen sich zu:
65,0 % auf Baumschnitt und Pflege,
12,7 " auf Schutzmassregeln gegen Insekten,
10,0 " auf Pflanzungen,
7,1 " auf Bewachung,
4,1 " auf Verwertung,
1,1 " auf Düngung.
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914

Legt man nach freiem Ermessen die in Spalte a) aufgeführten Zugtierzahlen der Berechnung zugrunde und multipliziert diese mit dem in Spalte b) angegebenen Durchschnitte der von 1904/5 bis 1912 in den einzelnen Jahren und Gruppen befahrenen Straßen-Kilometer, so erhält man die mittlere Zahl der jährlich verkehrenden Zugtiere zu 558805 oder für den Tag den 365. Teil davon mit 153, ein Ergebnis, das zwar auf unbedingte Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen kann, aber an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn man dieser Zahl die im Jahre 1878 in gleicher Weise ermittelte von 143 täglich verkehrenden Zugtieren gegenüberstellt, und zu einem Verkehrszuwachs von 7% in 34 Jahren oder 0,21% in einem dieser Jahre gelangt. Die nachstehende Tabelle verdeutlicht die Verschiedenheiten der beiden weit auseinanderliegenden Jahre 1878 und 1912:

Tägl. Verkehr in Zugtieren	mehr als 1000	1000 bis 500	500 bis 100	100 bis 50	50 bis 30	30 und weniger
auf Kilometer in 1878	21	71	1419	1062	750	504
desgleichen in 1912	34	74	1206	1070	424	233

Interessant erscheint die bedeutende Zunahme des Verkehrs auf den Straßenstrecken des lebhaftesten Verkehrs und die noch größere Abnahme auf den Strecken des schwächsten.

Die Ursachen dieser Verkehrsverschiebungen dürften zunächst wohl in der Zunahme der Motorwagen zu suchen sein; wenn diese auch in der Zeit von 1906 bis 1912 nur rund 1% für Personenmotorwagen betrug, so steigerte sie sich für Lastmotorwagen fast auf 77%. Eine andere Ursache dieser Verkehrsverschiebung kann wohl in der Zunahme der Bevölkerung und der gleichzeitig eingetretenen Abwanderung derselben vom Lande in die Stadt gefunden werden.

In Hannover hatte man 1878 noch nicht mit der Zählung des Verkehrs auf den Chausseen und Landstraßen begonnen, die vorliegende Zählung von 1893 ergab als Gesamtverkehr auf den Chausseen eine durchschnittliche tägliche Zugtierzahl von 127, von der 81% dem Durchgangsverkehr und 19% landwirtschaftlichen Fuhren zufielen, während auf den Landstraßen der Gesamtverkehr auf 100 Zugtiere herabsank, von denen nur 70% dem Durchgangsverkehr und 30% dem relativ größeren landwirtschaftlichen Verkehr zugezählt wurden. Daß auch in Hannover von dieser Zählung ab bis 1912 eine Verkehrszunahme, wenn dafür auch ein Maß fehlt, stattgefunden hat, kann mit Bestimmtheit angenommen werden. Nimmt man an, daß diese Verkehrssteigerung in den 19 Jahren von 1893 bis 1912 in Hannover in dem gleichen Maße wie in Baden stattgefunden hat, so ergibt sich für Hannover in der genannten Zeit ein Zuwachs von $0{,}21\% \times 19 = 4\%$, also $4 \times 1{,}27 =$ rund 5 Zugtiere täglich. Demnach entfielen auf Hannover $127 + 5 = 132$ und auf Baden 153 Zugtiere, also auf den badischen Landstraßen rund 16% mehr, als auf den hannoverschen Chausseen im Jahre 1912 bei annähernd gleicher Länge der beiden zur ersten Klasse der öffentlichen Straßen gehörigen Verkehrswege.

Um zu prüfen, ob dies für Baden errechnete Mehr vielleicht auf einer — Hannover gegenüber — stärkeren Zunahme der Bevölkerung von 1878 bis 1912 mit beruht, beachte man, daß Baden im Jahre 1878 eine Einwohnerzahl von 1507179 hatte, nach der neuesten Volkszählung (1910) sich diese Zahl auf 2142833 oder 42,2%, also in einem der 38 Jahre um 1,11% steigerte, daß die hannoversche Bevölkerung in derselben Zeit von 2017293 auf 2942436, also um 45,9% oder im Jahresdurchschnitt um 1,20% stieg. Hiernach kann das Mehr von täglich 21 Zugtieren in Baden nicht auf eine stärkere Vermehrung der Bevölkerung gegenüber von Hannover zurückgeführt werden, weil diese Vermehrung unter der in Hannover um $45{,}9 - 42{,}2 = 3{,}7\%$ zurückblieb; auch wird ein solches Weniger für Baden durch das Statistische Jahrbuch für das Deutsche Reich von 1915 für die Zeit von 1871 bis 1910 insofern bestätigt, als für Hannover 50% und für Baden nur 46,6% als Zunahme der jedesmaligen Bevölkerung angegeben werden. Für das Deutsche Reich sind dort 58,1% verzeichnet.

Wohl aber spielt die größere Bevölkerungsdichte von Baden — 142 Einwohner auf das Quadratkilometer — gegen die gleichnamige Ziffer von 76 in Hannover zur Herbeiführung des badischen Uebergewichts des Landstraßenverkehrs eine bedeutende Rolle, wenn sie nicht in Hannover durch seine größere Pferdezahl — rund 6 Stück für das Quadratkilometer — gegen 3 Stück in Baden mehr oder weniger abgeschwächt würde.

Zu II und III. Landstraßenverwaltung und Gemeindewegebau.

Das Gesetz über Gemeindewege und Landstraßen vom $\frac{\text{28. Juli 1851}}{\text{24. Mai 1894}}$ setzt sich zusammen aus dem hannoverschen Gesetze vom 28. Juli 1851, das die derzeitigen öffentlichen Wege, mit Ausnahme der Provinzialchausseen und der Leinpfade, betrifft, und aus dem Gesetze vom 24. Mai 1894 und zwar in der Weise, daß die Aenderungen des ersteren, die es durch letzteres erfahren hat, eingefügt sind.

Auf Grund des Gesetzes vom 28. Juli 1851 wurde das Gesetz über Abänderung der Wegegesetzgebung in der Provinz vom 19. März 1873 erlassen. Nach diesem gehen mit dem 1. April 1873 die bisher von den Staatsbehörden bezüglich der Landstraßen-Bauverwaltung wahrgenommenen Befugnisse, soweit sie die technische Leitung und die Unterhaltung betreffen, auf die Organe des provinzialständischen Verbandes über, der sämtliche aus Staatsmitteln bisher bestrittene Kosten der technischen Leitung des Landstraßenbaues in Zukunft zu tragen und für das erforderliche, dem Landesdirektorium untergeordnete technische Personal zu sorgen hat.

Die unmittelbare Verwaltung der Landstraßen steht von demselben Zeitpunkte an der Wegeverbandsvertretung (Gesamtvertretung, Ausschuß) unter dem Vorsitz und der geschäftlichen Leitung der Obrigkeit, sowie unter Mitwirkung der ständischen Techniker zu.

Den Staatsbehörden verbleiben die ihnen zustehenden landespolizeilichen Befugnisse sowie die Rechte der kommunalen Oberaufsicht gegenüber den Wegeverbänden.

(Schluß folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Sitzung am 19. Januar 1918.

Vorsitzender: Herr Schleyer. Schriftführer: Herr Mohr.

Anwesend: 12 Mitglieder, 1 Gast.

Die Firma Gebr. Jänecke hat den Vertrag über den Druck der Zeitschrift gekündigt, hat aber vertragsmäßig den Jahrgang 1918 noch zu liefern; da nicht genügend für Papier gesorgt ist und die Papierbeschaffung Schwierigkeiten bereitet, will der Verein es nicht beanstanden, wenn ein anderes Papier verwendet wird. Dem Vorstande wird anheimgegeben, mit geeigneten Firmen über den Abschluß eines neuen Druckereivertrages zu verhandeln. — Wie der Verband mitteilt, soll laut Verfügung des Regierungspräsidenten zu Trier die Stelle des Leiters der Baupolizei in Saarbrücken beim Uebergang der Baupolizei in die städtische Verwaltung einem Juristen übertragen werden. Da der Einspruch von Fachvereinen bisher erfolglos war, wird unser Verein dem Verbande mit Material über die einschlägigen Verhältnisse in den Städten der Provinz Hannover an Hand gehen. — Ueber die Mitwirkung der Techniker im Kriege und ihre Stellung neben den Militärs sollen geeignete Vereinsmitglieder um Mitteilung ihrer Erfahrungen ersucht und diese dem Verbande als Material überwiesen werden. — Als Mitglieder werden aufgenommen die Herren Geh. Oberbaurat Prof. Dr.-Ing. Engesser in Karlsruhe, Baurat Blell in Hannover und Reg.-Bauführer Dipl.-Ing. Flegel in Hannover.

Herr Stadtbaurat Wolf (Hannover) hielt einen hochbedeutsamen Vortrag: „Ueber den volkswirtschaftlichen Wert der Anlagen für Leibesübungen". I. Wie bei den Griechen (Gymnasien, olympische Spiele) und Römern (besonders Thermen), hatte auch bei unseren Vorfahren die Körperpflege hohe Bedeutung (in der Frühzeit Kampfübungen im Freien, im Mittelalter Turniere für die Ritter, Kampf-, Wett- und besonders Ballspiele für die Bürger und Bauern). Durch den 30jährigen Krieg wurde die Entwicklung unterbrochen und erst vor 100 Jahren durch das Turnen wieder aufgenommen, jedoch nicht in genügendem Maße allgemein durchgeführt. Der Krieg erst brachte die Erkenntnis, daß ohne Körperpflege (Leibesübungen) ein Volk körperlich und sittlich zugrunde gehen muß. — II. Oeffentliche Anlagen für Leibesübungen sind: Turnhallen, Fluß- und Hallenschwimmbäder, Sport- und Luftbäder, Sport- und Spielplätze, Volksparks im weiteren Sinne und Wälder. Größte Bedeutung haben die Sport- und Spielplätze, die als unbebaute Flächen einen doppelten volkswirtschaftlichen Wert haben: 1. als Luftspeicher für die Wohnviertel, namentlich bei der überaus ungesunden Mietshausbebauung unserer Großstädte, 2. einen direkten Nutzwert, indem sie als tägliche Erholungs- und Kräftigungsgelegenheit für die Bewohner dienen. Der Wert der Leibesübungen liegt darin, daß sie den besten Ausweg bieten für den Betätigungsdrang der Jugend, sie vor dummen Streichen und den sittlichen Gefahren der Großstädte bewahren, daß sie weiterhin den Charakter bilden, zu Pflege echter Freundschaft und Geselligkeit anregen, die Liebe zur Heimat stärken, daß sie ferner die Wehrfähigkeit und Erwerbstüchtigkeit erhöhen und das Leben verlängern und so die beste Schule bilden für die staatsbürgerliche Erziehung und den Dienst fürs Vaterland. Das Jugendspiel muß zur Volkssitte werden und wird dann zu echten Volksfesten mit Turn- und Sportkämpfen führen. — III. Die Forderungen, die an die Anlagen für die Leibesübungen zu stellen sind, betreffen 1. zweckmäßige Lage und Gestaltung, 2. den Umfang. 1. Es sind vier Arten von Freiflächen zu unterscheiden: Erholungsparks, Spiel- und Sportplätze, Stadtwälder (diese drei radial in die Stadt eindringend) und Promenadenstreifen, die die anderen Arten unter sich und mit den Wohnvierteln verbinden. Sie alle sollen fern vom Verkehr inmitten der Wohnviertel angelegt werden. Bei den Sport- und Spielplätzen sind zu unterscheiden Sand- und Kiesplätze für die kleinen Kinder (2—6- und 6—10jährig) und Rasenplätze für die übrigen (6—10- und 10—17jährig) und die Erwachsenen. Sandplätze sollen höchstens 1 km (sog. Kinderwagenentfernung) von den Wohnungen entfernt sein und müssen Sitzplätze für die Begleitpersonen aufweisen; Spielgelegenheiten auf ihnen sind Sandkästen, Planschbecken, Schaukeln, Rutschbahnen, Wippen, Turnplätze, Karussell, weiterhin Trinkbrunnen, Unterschlupfhallen, Milchhäuschen, Bedürfnisanstalten; wo angängig sind auch Anlagen für den Wassersport (Schwimmbecken) und für den Wintersport (Abhang als Rodelbahn, Spielwiese als Eislaufbahn) zu schaffen. Die Vereinigung dieser Spielgelegenheiten in einen Volkspark, in dem dann für jede einzelne ein besonderer gartenkünstlerischer Raum zu gestalten sei, wird reizvolle Wirkungen ergeben. Rasenplätze für Spiel und Sport sind anzulegen für die schulpflichtigen Kinder bis zu 14 Jahren, für die über 17 Jahre alten höheren Schüler und Schülerinnen und für die 14- bis 17jährigen Erwerbstätigen (Fortbildungsschüler) beiderlei Geschlechts, und zwar getrennt nach schulmäßigem und freiem Spiel. Für die über 17 Jahre alten Personen kommen unter Umständen nur die privaten Rasenplätze der Sportvereine in Betracht. Rasenplätze dürfen nur jeden zweiten Tag benutzt werden, solche für das Spiel nicht über 2 km, solche für den Sport nicht über 3 km von den Wohnungen entfernt sein; daher in Großstädten Dezentralisation; möglichst rechteckige Form; grundlegende Maße für Fußball 75×100 m, Schlagball 30×75 m (90×100 m für Erwachsene). Empfehlenswert ist, die Spielwiesen mit doppelten Baumreihen zu umgeben und tiefer als das umgebende Gelände zu legen. Dringend anzustreben ist die Verbindung der Rasenplätze mit den Schulen, wodurch Ersparnis an Grundfläche eintritt, eine natürliche Verbindung von Schule und Spielorganisation geschaffen und monumentale künstlerische Dominanten für die betreffenden Stadtviertel gewonnen werden. Die Zusammenfassung der verschiedenen Arten von Anlagen bietet bedeutende künstlerische und wirtschaftliche Vorteile (Ersparnis an Straßenbauten, Be- und Entwässerungsanlagen, Unterkunftshallen, an Unterhaltungskosten, an Kosten für Aufsichtspersonen usw. Die Verbindung der Spielwiesen mit öffentlichen Turnhallen, Hallen- und Sportluftbädern, Tennisplätzen, Radrennbahnen, Schießplätzen, Erholungsparkanlagen usw. führen zu großzügigen Volksparks, in denen auch Erfrischungsanlagen aller Art nicht fehlen dürfen. Für die eigentlichen Wettkämpfe wären dann schnell zu erreichende Stadien, am besten von der antiken Grundform, anzulegen, die im Bebauungsplan markant in Erscheinung treten müßten, und weiterhin Festwiesen, auf denen Volksfeste, vaterländische Feiern u. dgl. stattfinden könnten. 2. Der erforderliche Umfang der Anlagen für die Leibesübungen ist zum ersten Male auf Grund eingehender Ueberlegungen berechnet und ergibt sich zu 0,08 qm Sandspielplätze, 0,12 qm zugehörige Sitzplätze, 3,45 qm (bei Nichtberücksichtigung der über 17 Jahre alten Spieler nur 1,58 qm) Rasenspielplätze, jedesmal bezogen auf den Kopf der Bewohner einer Stadt oder für 1000 Bewohner rund 0,35 ha; das sind 7 %

einer für 1000 Bewohner entsprechenden Siedelungsfläche (1 ha zu 200 Bewohnern). — Kosten werden nur entstehen bei Schaffung der Spielflächen für die derzeitige Einwohnerzahl, da nach dem neuen preußischen Wohnungsgesetz bei künftigen Erweiterungen bis zu 35 % an Straßenland und Freiflächen unentgeltlich abzutreten sind, wovon 21 % auf Straßen und gepflasterte Plätze, 7 % auf Spielwiesen, 0,25 % auf Kleinkinderspielplätze, 5,5 % auf Erholungsparkanlagen und 1,25 % auf Promenadenstreifen entfallen. Die Beschaffung der Mittel soll durch ein zu schaffendes Spielplatzgesetz geregelt werden, zu dem der Reichsausschuß für Leibesübungen einen Entwurf ausgearbeitet hat. Diese Mittel müssen trotz der enormen Kriegsbelastung aufgebracht werden, da es sich um eine Lebensfrage der Nation handelt. Sehr beachtenswert ist der Vorschlag des Vortragenden, statt der Langeschen „Heldenhaine“ („jedem Gefallenen eine Eiche“) Spiel- und Sportanlagen als Erinnerungszeichen an den Krieg und die Gefallenen zu schaffen, wodurch mit den halben Mitteln ein doppelter Zweck erreicht würde. — Der Vortrag wurde durch zahlreiche Lichtbilder, meist nach ausgeführten Anlagen und Entwürfen des Redners, erläutert, von denen der Bebauungsplan für das Schöneberger Südgelände, der Schöneberger Stadtpark und der Entwurf für eine Kriegserinnerungsanlage mit Stadion und Festwiese für Hannover besondere Beachtung verdienen. — Im Interesse der Spielplatzfrage ist es zu bedauern, daß die grundlegenden Ausführungen des Vortragenden und die Ergebnisse seiner erstmaligen mühevollen Berechnungen infolge des schwachen Besuchs nur so wenig Fachgenossen vermittelt werden konnten. Um so lebhafteren Beifall, dem der Vorsitzende mit Worten des Dankes an den Vortragenden Ausdruck gab, zollten die anwesenden Mitglieder.

Vereinsversammlung vom 27. Februar 1918.
Vorsitzender: Herr Schleyer. Schriftführer: Herr Flegel.
Anwesend: 17 Mitglieder.

Ein Antrag des badischen Architekten- und Ingenieurvereins zu Karlsruhe betreffend die vermehrte Einreihung höherer Techniker in die leitenden Stellen der Staatsverwaltung, wird zwar als Sache des Verbandes erachtet, aber Herrn Prof. Kanold überwiesen mit der Bitte um Berichterstattung. — Von den „Bedingungen für Beton- und Eisenbetonarbeiten“, herausgegeben vom Deutschen Beton-Verein und dem Betonbau-Arbeitgeber-Verband für Deutschland, gelangt eine Anzahl zur Verteilung; weitere Exemplare stehen zur Verfügung. — Ueber den Stand der Verhandlungen mit der Firma Gebr. Jänecke wegen des Druckes der Zeitschrift Jahrgang 1918 wird berichtet. — Als Rechnungsprüfer für 1918 werden die Herren Baurat Becker, Baurat Fünk und Bauinspektor Zisseler gewählt. — Herr Nessenius entwickelt den Haushaltplan für 1918, der genehmigt wird; die Aussprache darüber führt zu dem Beschluß, daß die Zeitschrift auf einen Umfang von 15 Bogen eingeschränkt werden muß, und daß während des Krieges an dem Charakter der Zeitschrift und an der Stellung des Vereins zum Verbande keine Aenderungen eintreten sollen. — Es folgt der Vortrag des Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Halmhuber über „Die gleichförmigen Teile im Kunstwerk“, dessen durch reiches Bildmaterial illustrierte Ausführungen reichen Beifall finden. Mit dem Danke der Anwesenden für die äußerst anregende Darbietung wird die Sitzung gegen 11 Uhr geschlossen.

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Schultze-Naumburg, P. Der Bau des Wohnhauses. Bd. I. München 1917. Callwey. Pr. 6 M.

Janssen, Th. Die Grundlagen des technischen Denkens und der technischen Wissenschaft. Berlin 1917. Springer.

Emperger, Dr. F. v. Handbuch für Eisenbetonbau. Ergänzungsband II. Berlin 1917. Ernst & Sohn. Pr. 12 M., geb. 16,50 M.

Flach, J. H. Der Bau massiver Brückenpfeiler mit Preßluftgründung. Berlin 1917. Ernst & Sohn. Pr. 4,50 M.

Schlüter, H. Die höhere Mathematik als allgemeinverständliches Rechnungsmittel. Mit 30 Abb. Berlin 1917. Meußer. Pr. 1,80 M.

Rieser, H. Jahrbuch der technischen Zeitschriften-Literatur. Berlin, Wien 1917 (für 1916). Verlag für Fachliteratur. Pr. 5 M.

Deutsche Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Hochofenzement. (Runderlaß vom 22. November 1917.) Berlin 1917. Ernst & Sohn. Pr. 0,40 M.

Neubauer, O. Die Kunst im Umbau. Berlin 1917. Der Zirkel, G. m. b. H.

Paul Schultze-Naumburg. Der Bau des Wohnhauses. München 1917. Georg D. W. Callwey.

Der Verfasser geht von dem Gedanken aus, daß, während beim Kleinwohnungswesen nirgend Verschwendung getrieben wurde, doch besonders beim mittleren und größeren Wohnhausbau vollständige Unklarheit über die beste Verwendung der verfügbaren Mittel herrsche. Das Wohnhausbauprogramm nach dem Kriege wird daher sein: größte Sparsamkeit im Material und das Erkennen der hohen Schönheit auch der einfachsten und wohlfeilen Baustoffe; noch größere Heranziehung technisch-maschineller Möglichkeiten zur Erzielung billigster Bewirtschaftung; möglichst klare und einfache Disposition in Aufbau und Gruppierung, einfachste Konstruktion, beste Ausnutzung des Geländes und einfachste Formengebung.

Als Gegenstand der Betrachtungen unter diesem Gesichtswinkel hat der Verfasser in der Hauptsache das freistehende Landhaus besprochen. Die Materialien und Methoden des Auf- und Ausbaus, die Installation, der Organismus des Hauses, Situierung, Gruppierung und Grundrißlösung werden dabei eingehend behandelt und durch gute Bildbeigaben erläutert.

Das Buch bietet nicht sowohl eine anschauliche und klar gefaßte Vorstellung baulicher Vorgänge und der Erfahrungen des Verfassers über Materialien, Konstruktion und Einrichtungen, die zunächst für den Laien geschrieben ist, der mit den Dingen des Hausbaus in Berührung kommt, als auch eine Sammlung reicher Erfahrungen, die der Verfasser auf seinem eigensten Gebiete gemacht hat, Beobachtungen, die sowohl für den Laien, den Studierenden, als auch den erfahrenen Fachmann von großem Interesse sind und die hier in die handliche Form eines kleinen Nachschlagebuches gebracht sind. *K.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover



Abb. 1.

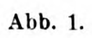




Abb. 3.

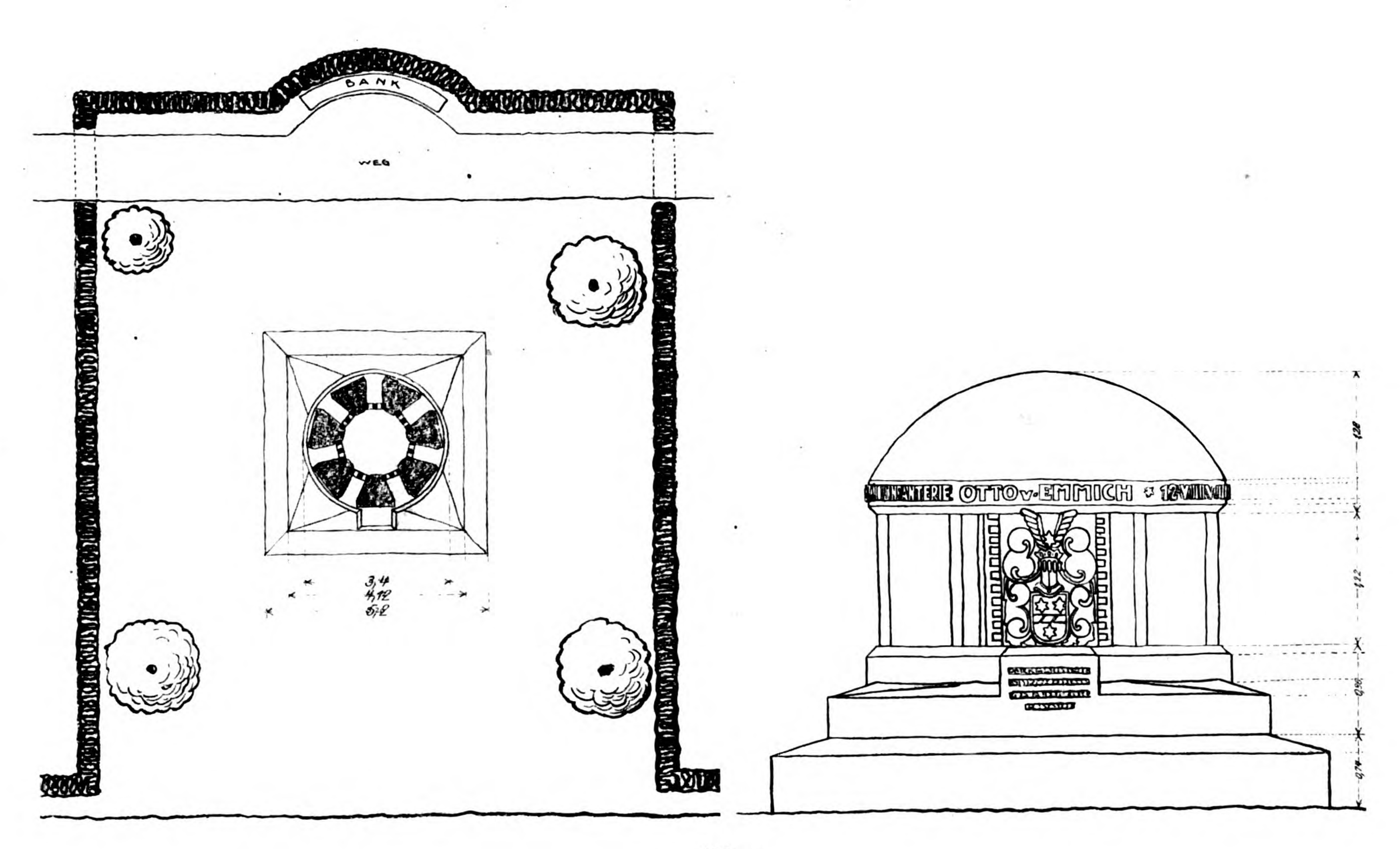


Abb. 2.

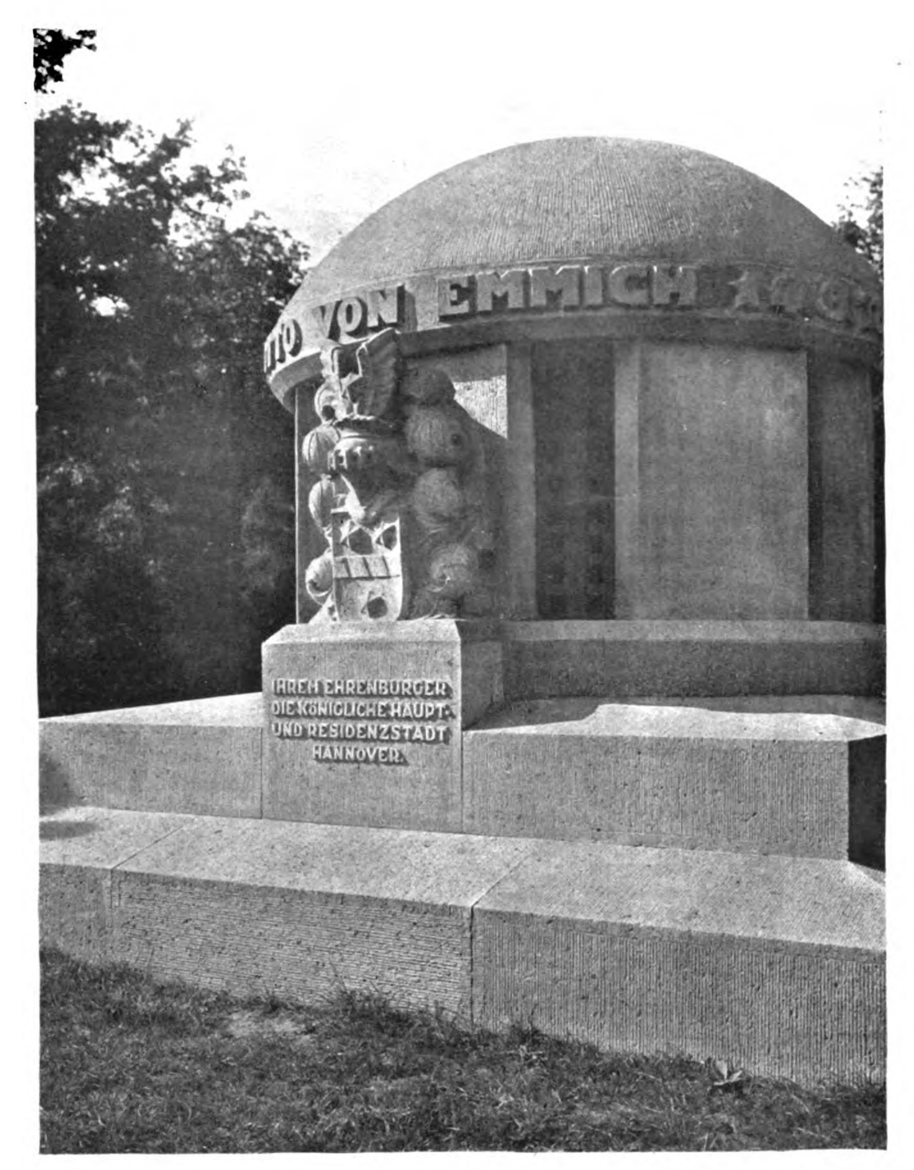
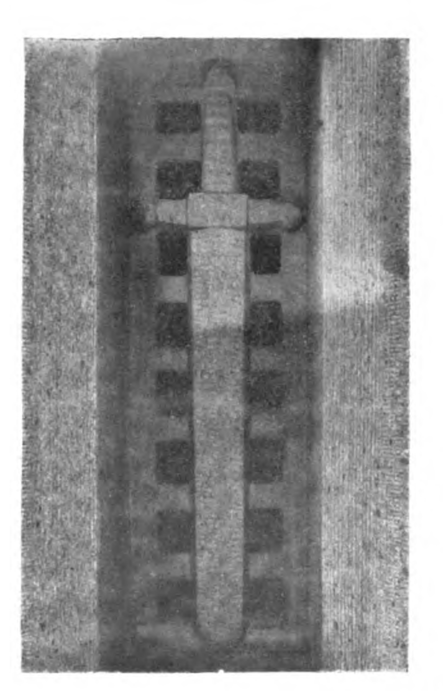

TTO VON EMMICH
IHREM EHRENBÜRGER
DIE KÖNIGLICHE HAUPT-
UND RESIDENZSTADT
HANNOVER

Abb. 4.



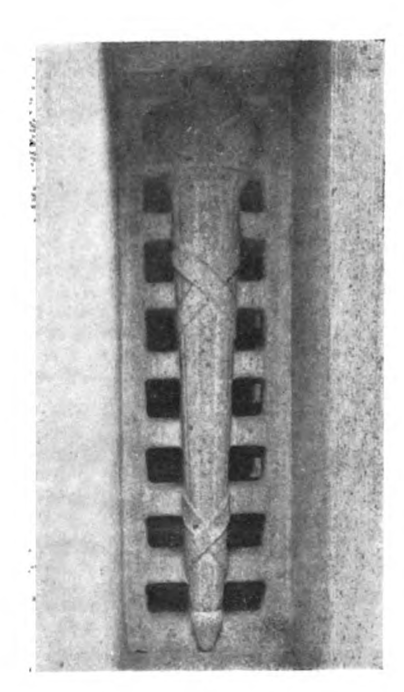
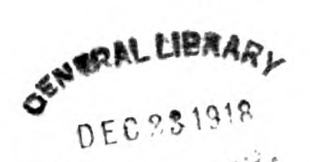


Abb. 5.


GENERAL LIBRARY
DEC 23 1918

45

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 3.
(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:



Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1918.



C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten
Richter, Baurat in Leipzig
Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover
Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau
von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem **neu** erschienen:

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Entwürfe zu Kleinwohnungen.

Herausgegeben von

A. Holtmeyer

Landbauinspektor in Cassel.

Mappe I: **Einfamilienhäuser**
20 Blatt Preis 4 M. 80 Pfg. zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

Mappe II: **Zwei- u. Vierfamilienhäuser**
15 Blatt Preis 3 M. 20 Pfg. zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

Rechtliche und technische Bedingungen
für die
Ausführung von Arbeiten
und
Lieferungen beim Eigenhausbau.

Preis 60 Pfg. zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u. Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 25 °/₀ Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 3. (Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)
Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Aus den Wegebauverwaltungen der Provinz Hannover und des Grossherzogtums Baden.

Auf Grund amtlichen Materials. Von W. Voiges, Geh. Baurat (Eigenheim bei Wiesbaden).

(Schluß.)

Ausführungsbestimmungen zum Gesetze, betreffend Aenderung der Wegegesetzgebung, sowie zum Gesetze, betreffend Aenderung der Wegegesetzgebung, vom 19. März 1873 und zum Gesetze über Gemeindewege und Landstraßen, vom 28. Juli 1851, erlassen von den Ministern der öffentlichen Arbeiten und des Innern am 31. Dezember 1895,

bilden das Rückgrat für die Verwaltung der Landstraßen und für die dabei mitwirkenden technischen Beamten, auf die hier wegen Raummangels nur hingewiesen werden kann.

Dazu kommt als Anlage, wie schon vorstehend erwähnt:

Regeln über die Bauart der Landstraßen in der Provinz Hannover.

1. Die Hauptfahrbahn der Landstraßen soll aus Steinpflaster (Kopfsteine, Klinker, Kleinpflaster) oder Steinschlagbahn hergestellt werden. Steinschlagbahnen sind festzuwalzen. Bahnen aus zerschlagenen Hochofenschlacken sind den Steinschlagbahnen gleichzuachten. Fahrbahnen aus Grand (grober Kies), Kies oder Kohlenschlacken sind nur ausnahmsweise zulässig.

2. Die Breite der Steinbahnen muß mindestens 3,5 m betragen. Wo die Stärke des Verkehrs, die Beschaffenheit des Steinmaterials oder die künftige Unterhaltung es erfordert, ist eine größere Breite anzunehmen.

3. Neben den Pflasterbahnen ist außerhalb der geschlossenen Ortschaften ein Sommerweg von mindestens 3 m Breite anzulegen.

4. Ist ein Sommerweg vorhanden, so erhält die Straße auf der anderen Seite der Steinbahn einen Fußweg von wenigstens 1,5 m Breite. Hat die Straße keinen Sommerweg, so sind auf beiden Seiten der Steinbahn Banketts von je 2 m Breite für Fußweg, Materiallagerung usw. herzurichten.

5. Liegt die Straßenoberfläche in gleicher Höhe mit dem angrenzenden Gelände oder niedriger, so sind Gräben neben derselben von mindestens 0,3 m Sohlenbreite anzulegen. An Dammstrecken ist die Herstellung von Gräben von dem örtlichen Bedürfnisse abhängig.

6. Außerhalb der Gräben oder der Straßenkante ist eine Stellwanne von 0,6 m Breite zu erwerben; auf derselben sind die Grenzsteine zu setzen.

7. Brücken und Durchlässe, die in der Richtung der Straße gemessen nicht mehr als 1 m Lichtweite haben, sind durch die ganze Breite der Straße zu führen. Alle Brücken müssen zwischen den Geländern, wo solche fehlen, zwischen den Stirnmauern mindestens 1 m breiter sein, als die Steinbahn der Straße, und ihre Mittellinie muß mit der Mitte der Steinbahn zusammenfallen.

8. Die in dem Längenprofil der Landstraßen einzulegenden Steigungen sollen höchstens betragen:
im Flachlande 1:46,
„ Hügellande 1:30,
„ Gebirge 1:20.
Zwischen zwei im entgegengesetzten Sinne stark geneigten Strecken ist eine Horizontale von mindestens 10 m Länge einzulegen.

9. Gefährlich belegene Straßenstrecken sind von dem Wegepflichtigen mit Einfriedigung zu versehen. Ueber die Notwendigkeit entscheidet die Wegepolizeibehörde.

10. An jeder Landstraße ist wenigstens auf einer Seite eine Baumreihe anzupflanzen. Nur in Forstorten und engen Tälern kann davon Abstand genommen werden. Die Bäume sind in der Regel auf 10 m voneinander, nicht aber in größeren Abständen zu pflanzen.

11. Jede Landstraße erhält eine durch Nummersteine bezeichnete Längeneinteilung. An allen Straßenabzweigungen, abgesehen von Ortsstraßen, sollen Wegweiser stehen.

Wie die Provinzialchausseeverwaltung solche aufzustellen und zu unterhalten hat an allen Abzweigungen, bei denen eine Chaussee in Frage kommt, so hat die Landstraßenverwaltung für Wegweiser zu sorgen bei Abzweigungen von Landstraßen unter sich oder von Gemeindewegen, gleichviel ob Landstraße oder Gemeindeweg älter oder bedeutender ist.

12. Das Landesdirektorium ist ermächtigt, Abweichungen von vorstehenden Regeln auf Antrag des Wegepflichtigen zu gestatten.

Da die Regeln über die Bauart der kunstmäßig auszubauenden Gemeindewege, wie sie dem Regulativ über den Ausbau und die Unterhaltung der Gemeindewege in den Landkreisen der Provinz Hannover vom 20. Oktober

1895 als Anlage dienen, von den oben aufgeführten Regeln nur wenig abweichen, so mag nur darauf hingewiesen werden.

Die Dienstanweisung für Kreiswegemeister

ist vom 12. Dezember 1895 datiert.

Es mag unter Bezugnahme auf diejenige für Provinzialwegemeister nur folgendes dazu bemerkt werden:

Die Kreiswegemeister sind Kreisbeamte und als solche dem Kreisausschuß untergeben und dessen Disziplinargewalt unterworfen.

Ihr nächster Vorgesetzter ist der Kreisausschuß, in technischen Dingen aber der Landesbauinspektor, unter dessen Leitung sie den Bau, die Besserung und die Unterhaltung der Landstraßen zu beaufsichtigen haben usw.

Die Dienstanweisung für diejenigen Wegemeister, denen die Wahrnehmung einer Landstraßenaufsicht übertragen worden ist, vom 16. Oktober 1896

bestimmt, daß die Wegemeister Provinzialbeamte sind und die Disziplinargewalt über sie vom Landesdirektorium ausgeübt wird. Solange sie vom Kreise unter Genehmigung des Landesdirektoriums mit der Landstraßenaufsicht beauftragt sind, ist in Landstraßensachen ihr nächster Vorgesetzter der Kreisausschuß, in technischen Dingen aber der Landesbauinspektor. Alle technischen Aufträge erhalten sie von diesem oder durch seine Vermittelung; alle dienstlichen Anzeigen und Meldungen haben sie an ihn zu richten, soweit nicht durch diese Anweisung Ausnahmen zulässig oder vorgeschrieben sind usw.

Die Grundsätze, betreffend die für die Beaufsichtigung der Landstraßen durch die Provinzialwegemeister seitens der Kreise an die Provinzialverwaltung zu zahlende Vergütung,

sind vom 26. Mai 1902 datiert.

Das vom Oberpräsidenten am $\frac{\text{19. Mai 1871}}{\text{12. Januar 1888}}$ erlassene Reglement über die Annahme und Pensionierung der Landstraßenaufseher — jetzt Kreiswegemeister —

bestimmt unter anderem folgendes:

Ihre Annahme und die Feststellung ihrer Vergütungen ist den Wegeverbänden bzw. deren Vertretungen mit der Maßgabe zu überlassen, daß dabei in erster Linie versorgungsberechtigte Militäranwärter zu berücksichtigen sind.

Nach Vorlage eines von einem höheren Baubeamten ausgestellten Befähigungszeugnisses und nach bestandener Prüfung in Aufmessungen, Planzeichnen, Nivellieren und in praktischer Wegebaukunde sind die dienstlichen Erfordernisse nachgewiesen usw.

Die Dienstanweisung für die Kreiswegemeister

ist vom 12. Dezember 1895 datiert.

Das Reskript des Landesdirektoriums an die Landesbauinspektionen vom 12. Februar 1876

bestimmt wegen deren Mitwirkung beim Gemeindewegebau, daß die Landesbauinspektionen auf Ersuchen des Landrats oder des Gemeindevorstandes die von den Provinzial- und Kreiswegemeistern aufgestellten Kostenanschläge über diese Bauten zu revidieren haben.

Die technische Beaufsichtigung dieser Bauausführungen, für die eine Beihilfe aus Provinzialfonds bewilligt ist, liegt unter der oberen technischen Leitung der Landesbauinspektionen den vom Gemeindevorstand dazu herangezogenen Provinzial- und Kreiswegemeistern gegen eine damals angemessene Entschädigung ob.

Auf Grund einer Bescheinigung über die anschlagsmäßige Bauausführung, die durch den Landrat an das Landesdirektorium zu gehen hat, wird von letzterem über die Zahlung der bedingungsweise bewilligten Beihilfe Beschluß gefaßt.

Die genannten Beamten haben im übrigen ein aufmerksames Auge auf die Unterhaltung der mit Hilfe provinzieller Mittel gebauten Gemeindewege zu richten.

Die Anordnung einer speziellen Beaufsichtigung einzelner Gemeindewegebauten bleibt in den Fällen vorbehalten, in denen eine solche zur Bedingung der provinziellen Beihilfe gemacht worden ist.

Für alle behufs des Gemeindewegebaues von den Landesbauinspektoren und deren Hilfstechnikern ausgeführte Dienstreisen erfolgt die festgesetzte Vergütung aus dem Provinzialfonds.

Im Formular eines Regulativs über den Ausbau und die Unterhaltung der Gemeindewege in den Landkreisen der Provinz vom 20. Oktober 1897

können die Kreise in jedem einzelnen Falle Abänderungen und Ergänzungen vornehmen.

Die Klassifikation der Straßen

ist in Hannover in drei große Gruppen, wie sie schon zur Zeit des vormaligen Königreichs bestanden, nämlich in „Chausseen, Landstraßen und Gemeindewege“, beibehalten worden, während in Baden die bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts bestandene zweiteilige Klassifikation in „Landstraßen und Gemeindewege“ durch Einschieben der „Kreisstraßen“ zwischen beide ergänzt wurde, so daß jetzt parallellaufend:

	I.	II.	III.
Hannover:	Chausseen,	Landstraßen,	Gemeindewege,
Baden:	Landstraßen,	Kreisstraßen,	Gemeindewege

hat.

Kosten der Straßenneubauten

sind weder für die hannoverschen Chausseen noch für die im Range gleichstehenden badischen Landstraßen, wohl aber nach der untenstehenden Uebersicht für die in 45 Jahren, von 1869 bis 1913, in Hannover neugebauten 12131,35 km Gemeindewege und Landstraßen entstanden.

Uebersicht

der seit dem Bestehen der hannoverschen Provinzialverwaltung in den 45 Jahren von 1869 bis 1913 auf Gemeindewegen und Landstraßen ausgeführten Neubauten.

von	A. Gemeindewege kilometrische Baukosten M.	A. Gemeindewege kilometrische Beihilfen M	A. Gemeindewege Längen km	B. Landstraßen Längen km	B. Landstraßen kilometrische Beihilfen M.	B. Landstraßen kilometrische Baukosten M.	bis
a) 1869	—	1237	755,85	1154,95	6873	—	1875
b) 1875	—	1584	1182,92	1594,81	9144	—	1885
c) 1885	—	1376	1250,07	1294,02	3196	17 188	1895
d) 1895	13 513	1110	1431,13	1091,97	1470	14 151	1904
e) 1904	17 757	2567	1755,89	619,74	3120	18 057	1913
zusammen	31 270	—	6375,86	5755,49	—	49 396	
Durchschnitt	15 635	1575	12 131.35 / 45		6361	16 465	
auf 1 Jahr			2696				

Da diese Kosten aber erst seit 1885 gebucht worden sind, so kann auf Grund dieser Buchungen nur ein kilometrischer Baukostenbetrag geschätzt werden. Nimmt man diesen Betrag für Gemeindewege zu 15600 M., für Landstraßen zu 16400 M. an, so ergeben sich für erstere eine Gesamtsumme von 99463416 M. mit einer Beihilfe von

rund 10 %, für letztere insgesamt 100190036 M. mit einer Beihilfe von rund 38 %, also eine Totalsumme aller Neubaukosten von 199653452 M., mithin auf 1 Jahr 4414521 M. oder auf den Kopf der Bevölkerung 1,81 M.

Um zu zeigen, wie sich solche Neubaukosten auf die einzelnen Hauptanschlagstitel verteilen und wie die kilometrischen Neubaukosten in neuerer Zeit gestiegen sind, dient die untenstehende Kostenzusammenstellung über den Bau eines im Jahre 1914 vollendeten 33,370 km fassenden Landstraßennetzes.

Zusammenstellung.

Länge m	Pflasterbahnen m	Kleinpflasterbahnen m	Steinschlagbahnen m	Klinkerbahnen m	Brücken Zahl	Gesamtkosten M.	Kosten f. 1 Kilometer M.	Bemerkungen
33370	3065	1113	24 438	4754	5	774 847	22 920	Die Pflasterbahnen liegen in den Regierungsbezirken Stade und Lüneburg, die Kleinpflasterbahnen in Stade und Hildesheim, die Klinkerbahnen nur im Stader Bezirke
%	9,18	3,02	73,16	14,23	0,41	—	—	

Die Bauart der bestehenden Straßen

ist in Baden auf den Landstraßen mit 99,32 % der Gesamtlänge die Steinschlagbahn (Schotterbahn), während 0,62 % gepflastert und 0,04 % auf den Schiffbrücken und 0,02 % auf Brücken gedielt sind.

In Hannover bestehen dagegen Großpflaster- (a), Kleinpflaster- (b) und Klinkerpflasterbahnen (c), Steinschlagbahnen (d) und Doppelbahnen (e), auch Brückenbahnen (f) und zwar nach vorbezeichneter Reihenfolge in 1914:

		a)	b)	c)	d)	e)	f)
für Chausseen	in %:	24,9	20,4	2,6	51,7	0,4	0,02
„ Landstraßen	„ %:	15,3	8,6	1,13	64,1	—	0,03
„ Gemeindewege	„ %:	53,3	0,5	21,2	24,9	—	0,10

Hieraus ist ersichtlich, daß auf den Chausseen im Gegensatz zu den Landstraßen die drei verschiedenen Pflasterarten überwiegen, während die Landstraßen ein erhebliches Mehr an Steinschlagbahnen aufweisen, aber von dem noch vorhandenen Reste der veralteten Doppelbahnen nichts zeigen. Letztere bestehen aus einer 3 bis 4 m breiten Pflasterbahn und einer unmittelbar anschließenden 3 bis 3,5 m breiten Steinschlagbahn mit einseitigem Gefälle. Einige Jahrzehnte vor den ersten Eisenbahnen verlangte der immer schwerere Ladungen erstrebende Frachtverkehr eine zu jeder Zeit fahrbare Steinbahn, der leichtere Verkehr wollte aber — aus Furcht vor dem Pflaster aus kaum bearbeiteten nordischen Geschieben — die ihm bequemere Steinschlagbahn nicht missen, und so entstand die längst auf dem Aussterbeetat stehende Doppelbahn.

Die unangenehmen Kehrseiten der Steinschlagbahn, Schlamm im Winter, Staub im Sommer, die davor immer steigende Empfindlichkeit des Verkehrs und der durch den Verbrauch immer kleiner werdende Vorrat der nordischen Geschiebe im Norden der Provinz führten den Rückgang der Steinschlagbahn herbei und Gravenhorst zur Erfindung des „Kleinpflasters". Die in der „Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen" (Hannover), Jahrgang 1904, Heft 2 und 3, beschriebene Bauweise ist bekannt und in der Provinz Hannover als ein in jeder Beziehung anerkannter Ersatz für die „Steinschlagbahn" bewährt.

Die „Klinkerbahn" entstand im Norden der Provinz aus dem zunehmenden Mangel an nordischen Geschieben, sie ist teuer, aber bei der Bevölkerung beliebt, und zwar bei einem leichten und mittleren Verkehr mit Recht, muß aber für schweren Verkehr außer Betracht bleiben.

Hier sind auch die in einige Chausseestrecken der Provinz Hannover eingelegten Fahrgleise zu erwähnen, die auf Straßenteilen der Bauämter Stade, Lingen, Aurich, Lüneburg, Leer und Uelzen bis 1914 in einer Gesamtlänge von 44870 km da eingebaut wurden, wo durch sie an Unterhaltungskosten gespart wurde und dem schweren Verkehr geringere Transportkosten zugute kamen.

Der Straßenunterhaltungsbetrieb

erfolgte in Hannover auf den Chausseen und Landstraßen schon seit Mitte des vorigen Jahrhunderts im wesentlichen nach dem Deckensystem, in Baden bis zum Anfange dieses Jahrhunderts ausschließlich nach dem Flicksystem. Beide Verwaltungen erzielten trotz der Verschiedenheit beider Systeme gleich gute Erfolge, ein Beweis, daß das System als solches nicht ausschlaggebend erscheint, sondern nur dessen Zweckmäßigkeit, d. h. mit welchem System der Unterhaltung erzielt man für den Unterhaltungspflichtigen dauernd die geringsten Kosten und für den Verkehr die größten Vorteile und Annehmlichkeiten.

Die hannoversche Provinzialverwaltung hielt nach Uebernahme der früheren, nicht überall im normalen Zustande befindlich gewesenen Staatschausseen nicht nur an der Deckenlegung fest, sondern erweiterte sie in solchem Umfange, daß allein für Beschaffung neuer Pferdewalzen 18135 M. bewilligt wurden. Heute, wo kein Kreis und keine Gemeinde mehr von einer Pferdewalze Gebrauch machen will, sondern jede bauende Korporation nach den Vorgängen im Königreich Sachsen, in Nassau und der Rheinprovinz auch in Hannover nach einer Dampfwalze verlangt, beschränkt man das nicht vermeidliche flickweise Ausbessern kleiner schadhafter Stellen gerne auf das geringste Maß.

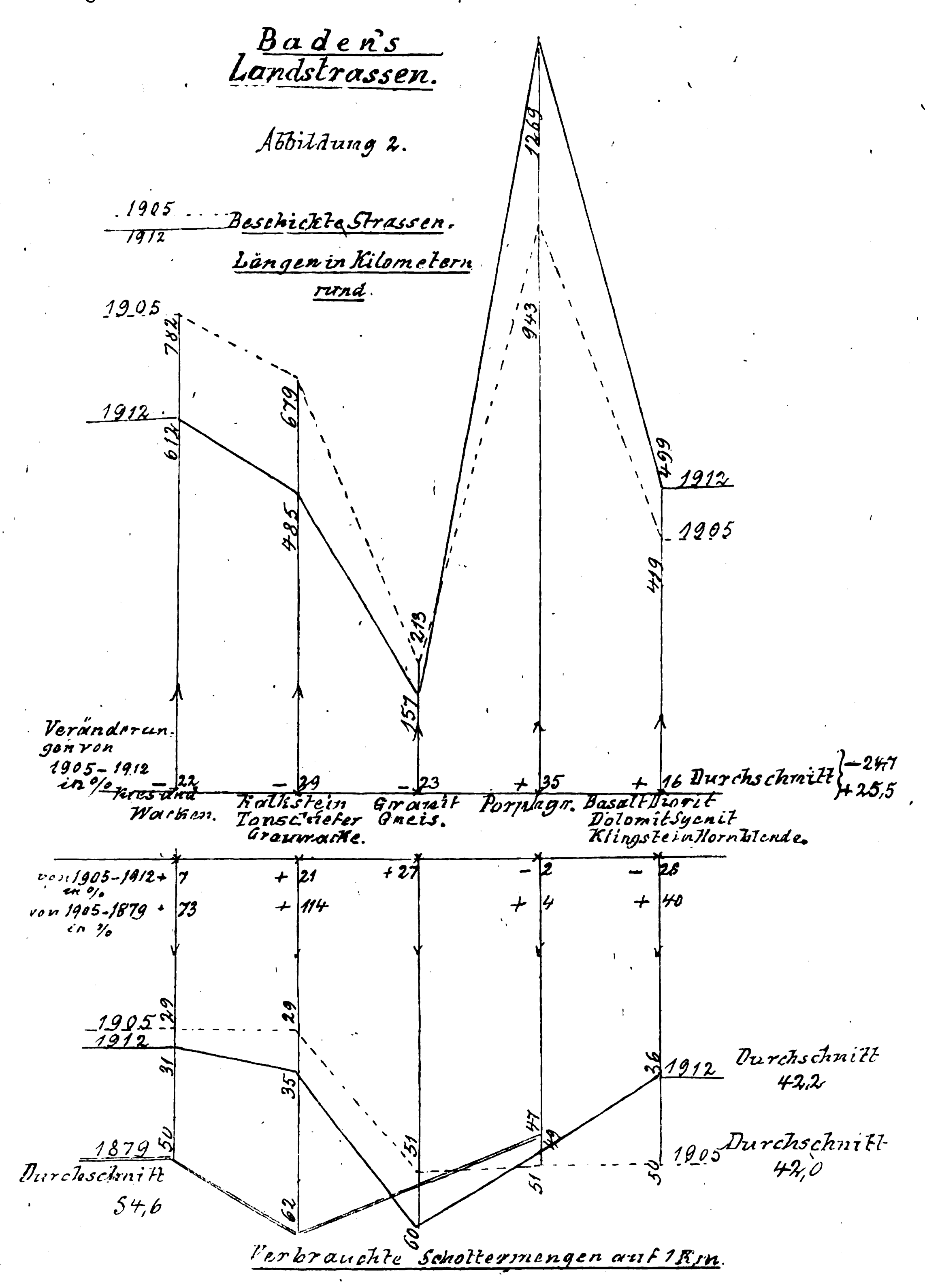
Auch in Baden hat man sich, wenn auch viel später, von der Zweckmäßigkeit des Deckensystems überzeugt, wie es wörtlich im Geschäftsbericht für die Jahre 1906 bis 1912 in dessen Sonderabdruck für Straßen- und Wasserwesen auf Seite 280 ausgesprochen ist:

„Die von der Einführung des Decksystems für den Zustand der Straßen und den Verkehr erwarteten Vorteile sind nach den nunmehrigen 13jährigen Erfahrungen in der Tat eingetreten, und die Verbesserung der betroffenen Straßenstrecken ist eine in die Augen springende. Die daneben gleichfalls hervorgetretenen Mängel, wie Mulden- und Gleisbildung gegen Ende der Deckendauer, die Verkehrsstörungen bei der Vornahme der Walzarbeit, das härtere Fahren auf den deckenweise unterhaltenen Straßen, sind gegenüber den Vorzügen geringzuachten, konnten aber mit zunehmender Erfahrung auch auf ein erträgliches Maß beschränkt werden. Sorgfältige hinhältliche Unterhaltung zwischen den Neudeckungen, Beschleunigung der Walzarbeiten durch gleichzeitige Verwendung zweier Walzen an derselben Walzstrecke, Milderung der Verkehrssperren, Verwendung nicht zu groben Schotters haben die anfänglich hervorgetretenen Nachteile tunlichst beseitigt. Dagegen hat die Auffassung, daß die Kosten der regelmäßigen deckenweisen Unterhaltung nicht wesentlich höher als jene der flickweisen Instandhaltung sein würden, bisher allerdings keine Bestätigung gefunden, wenn auch von der weiteren Verminderung der Hilfsarbeit noch einige Ersparnisse erwartet werden können. Auch ist die Annahme gerechtfertigt, daß, sobald die früher jahrelang zu gering dotierten Straßen wieder in einen normalen Zustand gebracht sein werden, die Dauer der Decken sich verlängern wird."

Nach diesseitiger Erfahrung wird schon, unter gleichgebliebenem Verkehr, Materialpreis und Arbeitslohn, die zweite Decke nicht nur billiger ausfallen als die erste, sondern auch länger dauern.

Die in 1905 bis 1912 gedeckten Straßenstrecken von 1587,195 km Länge sind in einer mittleren Breite von 4,38 m, in einer mittleren Stärke von 76 mm mit einem Verbrauch von 332 cbm Schotter, 33 cbm Bindematerial und 111 cbm Wasser je für 1 km gedeckt worden und zwar mit einem kilometrischen Aufwande von durchschnittlich rund 3865 M., aus dem auch das Einwalzen eines Kubikmeter Schotters im Mittel mit 2,85 M. bestritten wurde, ebenso die mittleren Kosten für 1 cbm Schotter mit 8,80 M.

In Baden beabsichtigt man in Rücksicht auf das Ueberhandnehmen des Kraftwagenverkehrs und auf die gesteigerten Ansprüche des gewöhnlichen Straßenverkehrs die Deckenlegungen auf alle Straßen mit einem täglichen Zugtierverkehr über 100 auszudehnen, die bei flickweiser Unterhaltung einen jährlichen Aufwand von mindestens 30 cbm Hartschotter oder 40 cbm Weichschotter für das Kilometer erheischen.



Die Oberflächenteerung

hat in Baden während der Berichtsperiode 1905 bis 1912 befriedigende, wenn auch selten über ein Jahr währende Ergebnisse geliefert und hat sich dabei das Gebundensein der Arbeiten an trockene Witterung auch hier als ein Mangel des Unternehmens ergeben. Es sind in dem an-

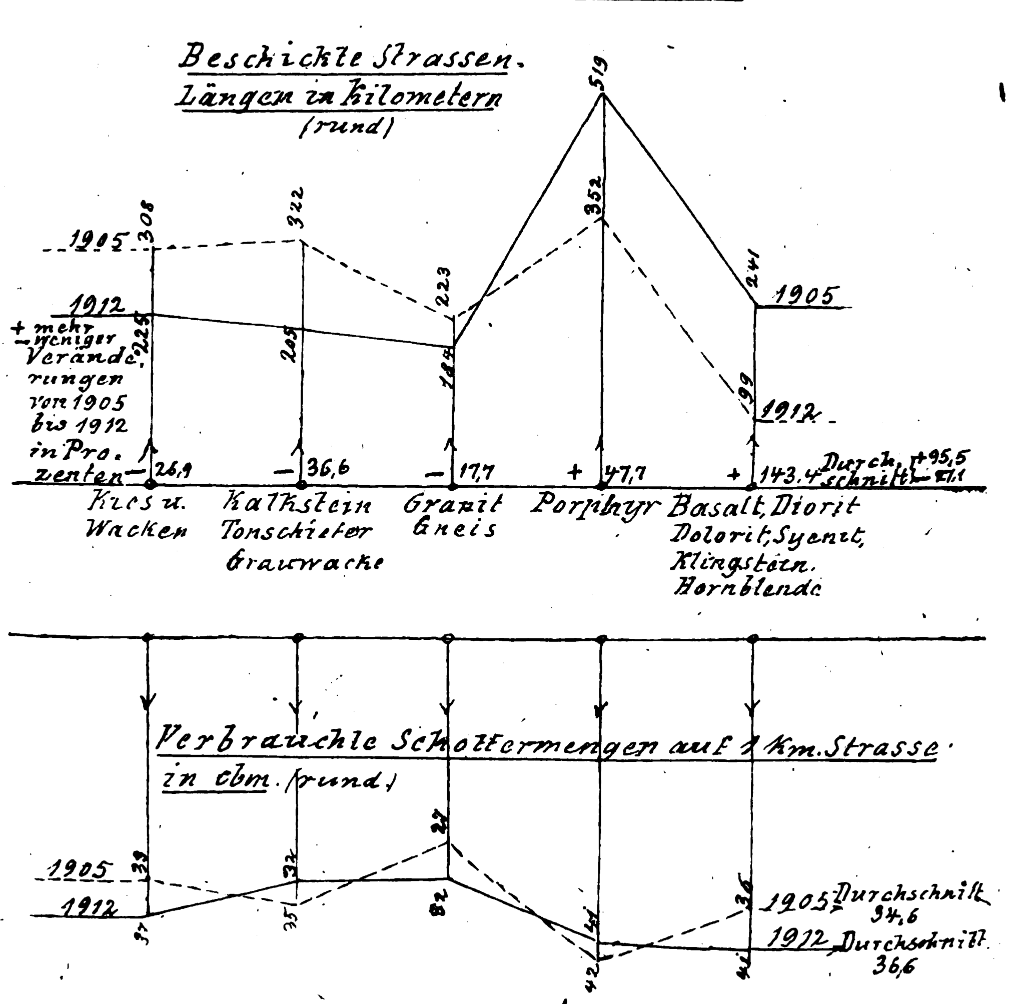
gegebenen Zeitraume 234,563 km Straßen mit einer Oberfläche von 1264377 qm und einem Kostenaufwande von 164978 M. oder rund 13 Pf. für das Quadratkilometer geteert worden. Da diese im Interesse der Gesundheit und Annehmlichkeit des Verkehrs liegende Arbeit auch in Baden nicht unter die allgemeine Wegepflicht fällt, so wurden zuerst den beteiligten Gemeinden zwei Drittel und 1909 die Hälfte der entstandenen Kosten zugewiesen, während mit Recht der Staat die andere Hälfte aus Billigkeitsgründen in Hinsicht auf die erleichterte Unterhaltung seiner Straßen übernimmt.

Der Wert der ebenfalls versuchten, aber mißglückten Innenteerung war bei Abfassung des erwähnten Geschäftsberichts noch nicht anerkannt, so daß man abwarten muß, ob die Fortsetzung der Versuche ein günstigeres Ergebnis ergibt.

Art und Menge der zur Unterhaltung der Straßenfahrbahnen, insbesondere der Steinschlagbahnen, verwendeten Gesteine.

In Baden wird die Verwendung des aus Porphyr und Basalt bestehenden Hartschotters unter Verdrängung des Weichgesteins und des minder widerstandsfähigen Granits und Gneises seit 1900 als ein unbestrittener Fortschritt anerkannt.

Daß man dort nicht bei dieser Erkenntnis stehen geblieben ist, sondern sie in die Tat umgesetzt hat, beweist die Abb. 2. Nach dieser sind im Zeitraum von 1905 bis 1912 die badischen Landstraßen mit Weichgestein, Granit und Gneis auf über 20% ihrer Länge weniger beschickt worden, während das Mehr beim Porphyr 35%, beim Basalt und anderen Hartgesteinen 16% beträgt. Der kilometrische Verbrauch der erstgenannten Gesteinsgruppe erhöht sich von 1905 bis 1912 um 7,21 und 27%, vermindert sich aber beim Porphyr um 2, beim Basalt usw. um 28%, so daß der Durchschnitt des Verbrauchs im Jahre 1912 nur um 0,02 cbm größer ist als in 1905. In der deckenlosen Zeit von 1879 bis 1905 steigerte sich der Verbrauch von Kies und Wacken aber auf 73, von Kalkstein, Tonschiefer und Grauwacke sogar auf 114%, von Porphyr auf 4, von Basalt usw. auf 40%, deren Zahlen deutlicher für das Deckensystem reden als Worte.



Bei den badischen Kreisstraßen, eine Schöpfung neuerer Zeit, drückt sich dieses Zugeständnis noch eindrucksvoller aus, denn die Abb. 3 zeigt, daß hier mit Weichgestein und Granit und Gneis an Straßenlängen 26,9, 36,6 und 17,7% von 1905 bis 1912 weniger, dagegen mit Porphyr 47,7% und mit Basalt, Diorit, Dolerit, Syenit, Klingstein und Hornblende sogar 143,4% beschickt wurden und daß der kilometrische Verbrauch dieser Gesteine von 34,6 cbm in 1905 sich in 1912 auf 36,6 cbm gesteigert hat.

Die Art und Mengen der Gesteine, die in den Jahren 1899 bis 1908 auf den hannoverschen Chausseen und Landstraßen zu ihrer Unterhaltung verwendet wurden, sind durch die Abb. 4 verdeutlicht, aus der zu entnehmen ist, daß die Verwendung nordischer, immer seltener werdender Geschiebe auf kürzere Straßenstrecken beschränkt werden mußte, daß dagegen mit allen anderen

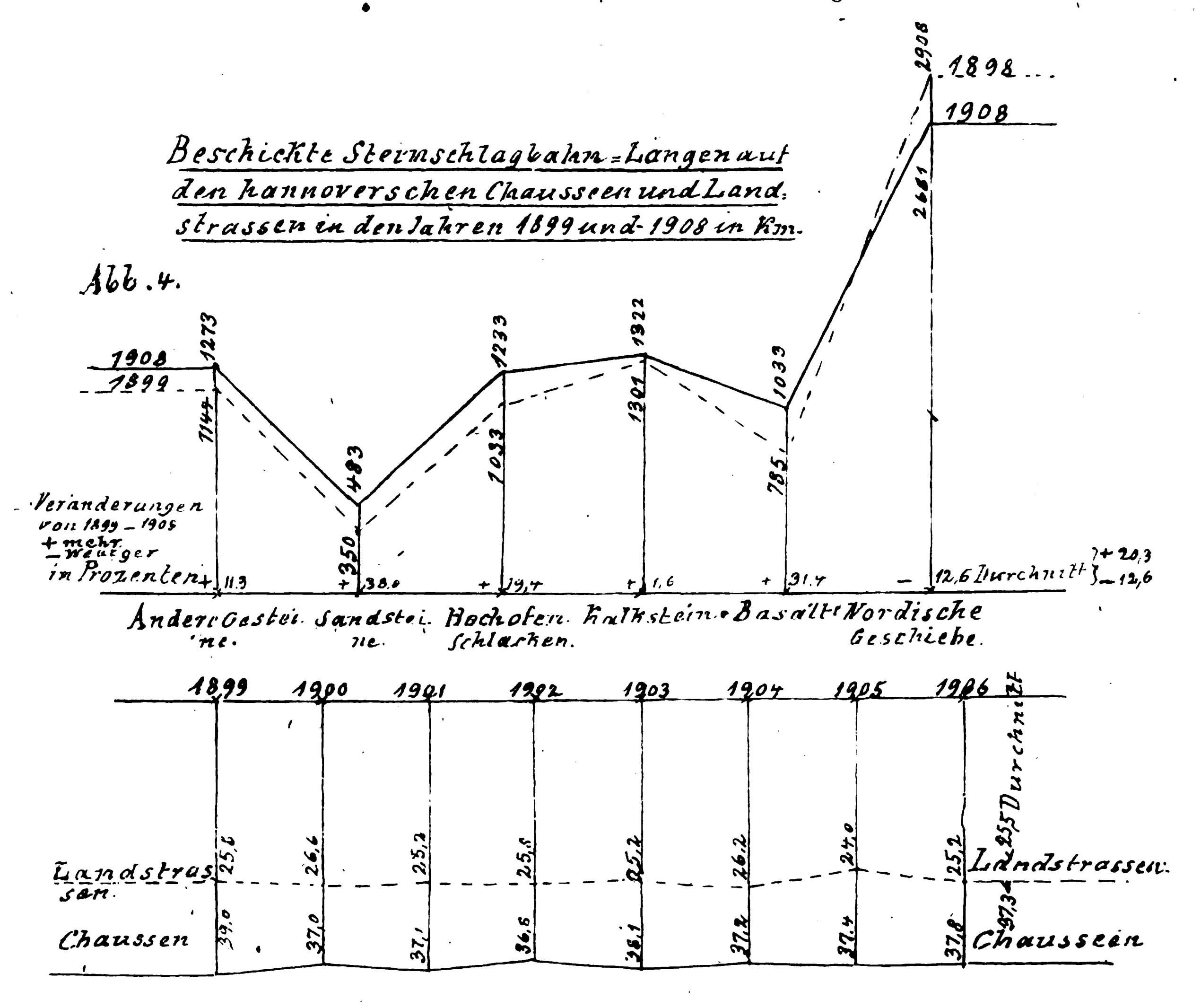
Gesteinsarten größere Straßenlängen infolge des Hinzutritts neuer Landstraßen versorgt wurden. Das Mehr betrug beim festen Sandstein 38,0 %, beim Basalt 31,4 %, bei der Hochofenschlacke 19,4 %, bei anderen Gesteinen 11,3 % und beim Kalkstein nur 1,6 %. Der kilometrische Durchschnittsverbrauch stellte sich bei den Chausseen auf 37,3 cbm, bei den Landstraßen auf 25,5 cbm.

Welche Veränderungen in der Verwendung verschiedener Gesteinsarten einerseits, und andererseits in der Bauart der hannoverschen Chausseen und Landstraßen vom Jahre 1882 bis 1908 vorgekommen sind, zeigt die Abb. 5.

Bezüglich der Veränderung in der Bauweise zeigen die Steinschlagbahnen einen Rückgang von 6,9 %, die Großpflaster- und Doppelbahnen einen solchen von 4,4 %, dagegen erfuhr das Klinkerpflaster eine Zunahme von 2,7 % und das Kleinpflaster von 8,4 %.

Durch diese Zahlen kommt mittelbar das berechtigte Bestreben der Verwaltung zum Ausdruck, stark staub- und schmutzbildende Gesteinsarten nicht nur auf das äußerste, wirtschaftlich gebotene Maß einzuschränken, sondern mit dem fast staub- und schmutzfreien Klein- und Klinkerpflaster möglichst, innerhalb der örtlichen und durch den Etat eingeengten Grenzen, weiter fortzuschreiten. Da das Kleinpflaster, wenn sorgfältig hergestellt, die bei seiner Einführung rechnungsmäßig angenommene Dauer erfahrungsgemäß weit übersteigt, so wird der Aktionsradius für das Kleinpflaster ohne finanzielle Opfer erheblich erweitert und dem Verkehr eine große Erleichterung gegen den durch die Kraftfahrzeuge mit erzeugten Staub und Schmutz verschafft werden können.

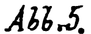
Badens Bedarf an Hartschotter wird zum Teil aus dem von der Gemeinde Sinzheim gepachteten Porphyrsteinbruch bei Vormberg entnommen und dort durch ein Brechwerk im Eigenbetrieb, wie bisher, zerkleinert, zum anderen Teil erfolgt der Bedarf seit 1908 aus dem von der Gemeinde Dossenheim gepachteten und ganz im Eigenbetrieb stehenden Porphyrsteinbruche, aus dem an die badische Straßenbauverwaltung im Jahre 1911 zusammen 36 583 cbm, die übrigen 110 910 cbm an die Kreisverwaltungen, an die Gemeinden, an die badische Eisenbahnverwaltung, an die Städte Mainz, Düsseldorf, Straßburg, Basel, auch nach Württemberg abgegeben wurden.

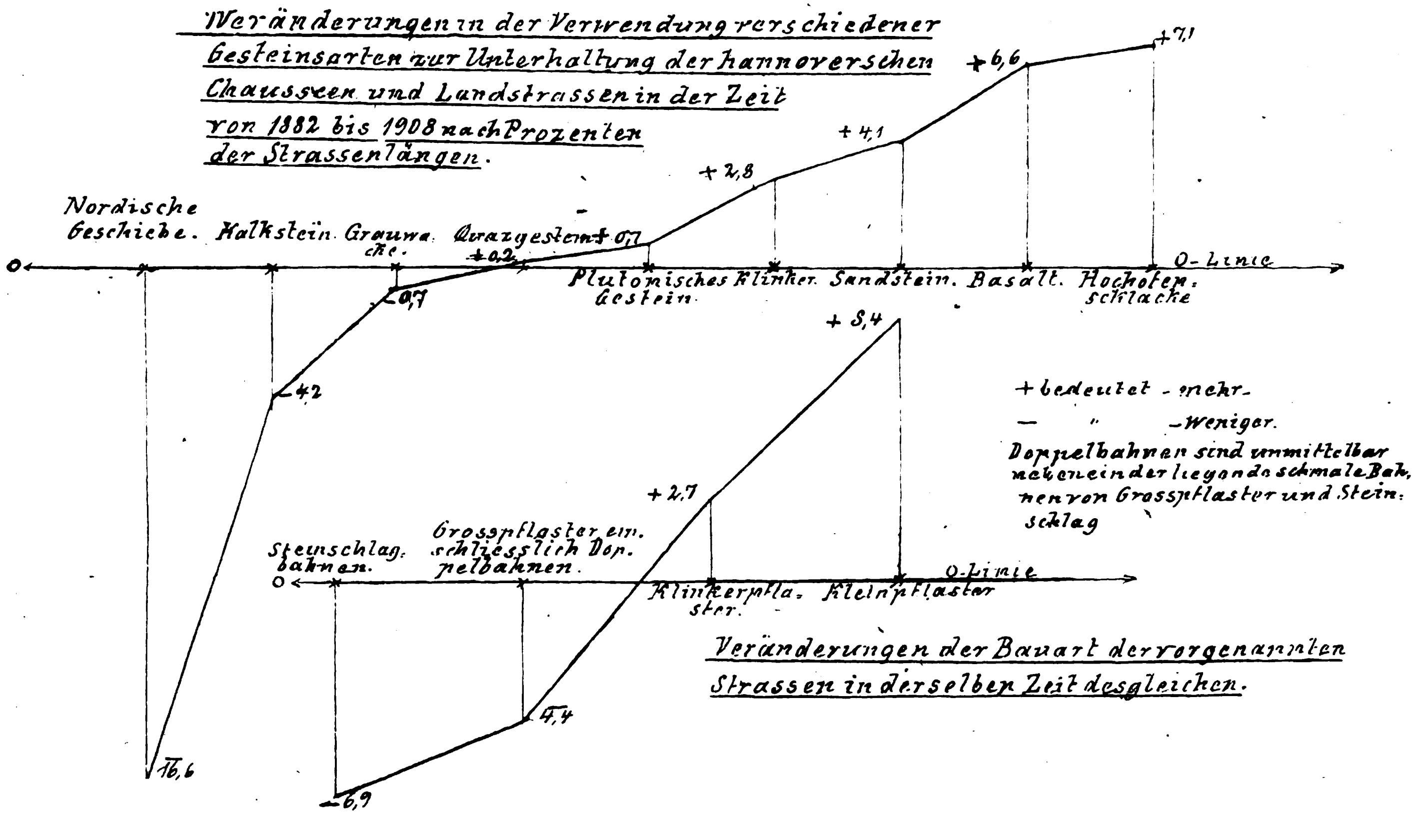


Die jährlichen kilometrischen Unterhaltungskosten der drei Klassen öffentlicher Straßen und Wege in Baden für die Zeit von 1904 bis 1913 und die gleichnamigen Kosten der hannoverschen Chausseen und Landstraßen für die Zeit von 1873 bis 1914

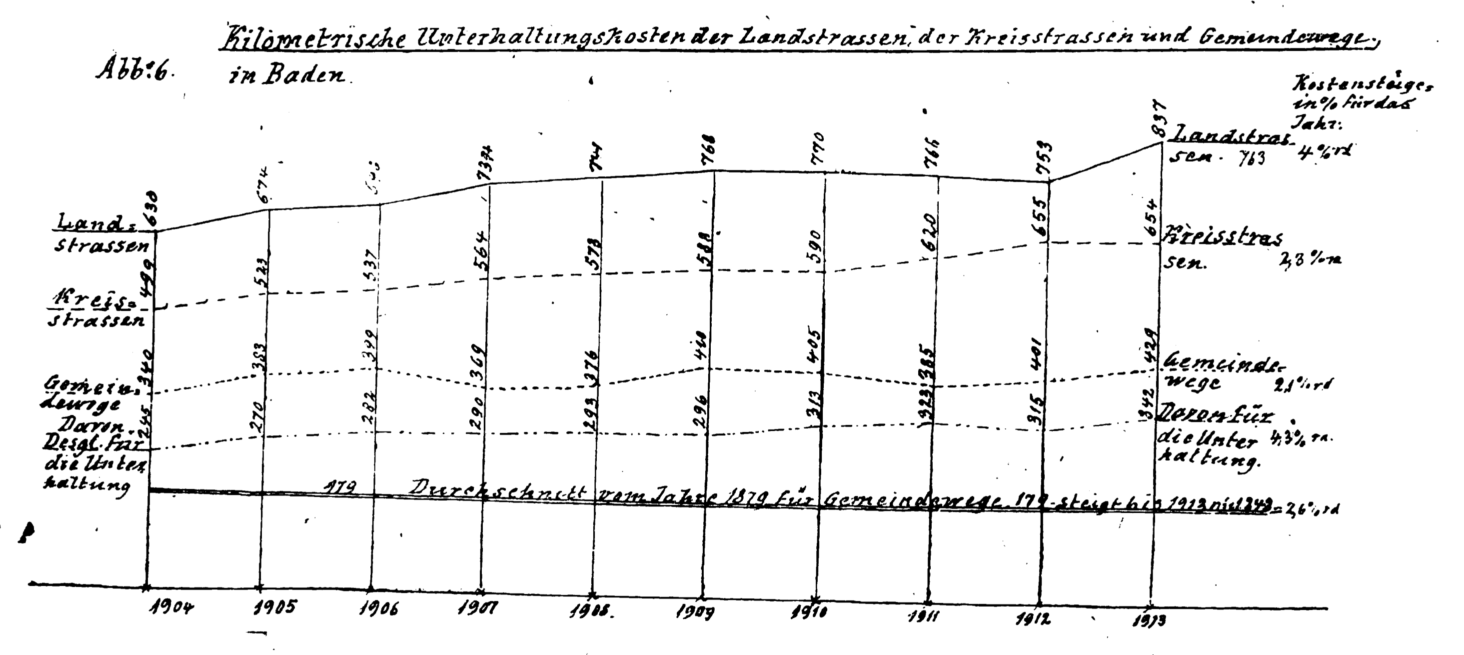
sind durch die beiden Abb. 6 und 7 zeichnerisch verdeutlicht und zeigen, daß die jährliche Kostensteigerung für die badischen Landstraßen mit 4 % die höchste ist

für die Kreisstraßen auf 2,3 % und für die Gemeindewege auf 2,1 % heruntergeht; für letztere dagegen für die Zeit von 1879 bis 1913 mit 4,3 % am höchsten steigt. Für die hannoverschen Chausseen beträgt die jährliche Kosten-





steigerung für die Zeit von 1873 bis 1914, weil die billigeren Jahre vor 1894 in die Rechnung einbezogen sind, nur 1,30 %, für die hannoverschen Landstraßen nur 0,27 %. Den Hauptanteil an den größeren Steigerungen



tragen die Jahre von 1894 aufwärts bis 1913 und 1914. Die beträchtliche Steigerung für die badischen Landstraßen ist wohl hauptsächlich in dem zur Einführung gelangten kostspieligeren Decksystem zu erklären.

Ueber die Verteilung der Unterhaltungskosten der drei Klassen öffentlicher Wege in Baden und der hannoverschen Chausseen und Landstraßen auf die einzelnen Positionen gibt die nachstehende Zusammenstellung für das Jahr 1913 eine nicht ohne Zwang gegen die in Baden und Hannover verschiedenen Verrechnungsweisen entstandene Auskunft, von der die hannoverschen Gemeindewege deshalb ausgeschlossen bleiben mußten, weil deren Verwaltung nicht Sache des Landesdirektoriums ist. Da aber, wie in obiger Uebersicht nachgewiesen wurde, 6376 km derselben mit Provinzialbeihilfe ausgebaut sind, so kann man mindestens für diese eine regelrechte Unterhaltung voraussetzen und deren Kosten für 1913 in gleicher Höhe mit denen für die fast gleich langen badischen Gemeindewege in Rechnung stellen.

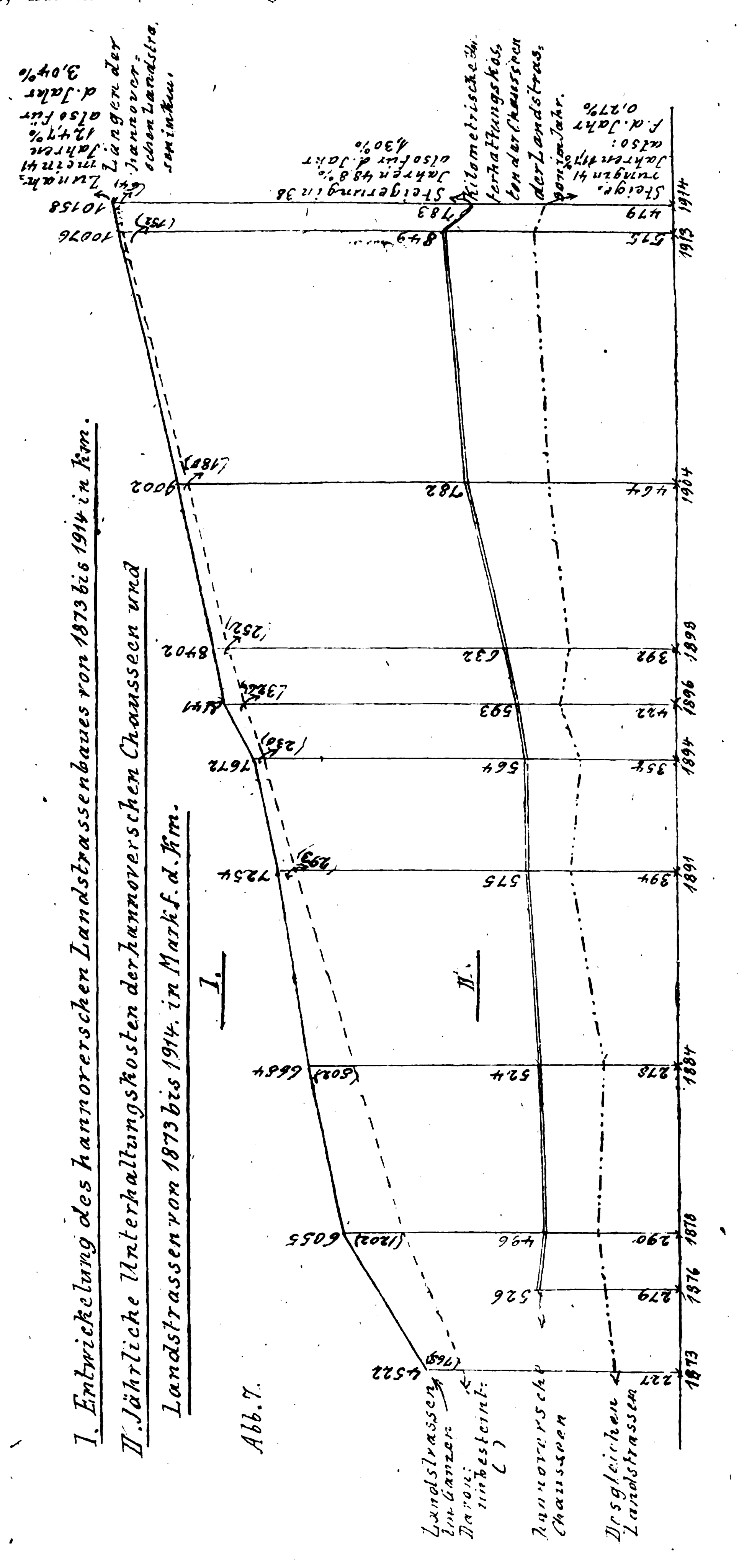

I. Entwickelung des hannoverschen Landstrassenbaues von 1873 bis 1914 in Km.
II. Jährliche Unterhaltungskosten der hannoverschen Chausseen und Landstrassen von 1873 bis 1914 in Mark f. d. Km.
I.
II.
Landstrassen im Ganzen Davon: unbesteint: ( )
hannoversche Chausseen
Dergleichen Landstrassen
1873
1876
1878
1884
1891
1894
1896
1898
1904
1913
1914

Abb. 7.

Dann ergeben die Gesamtsummen für die Unterhaltung im Jahre 1913:

a) für badische Landstraßen	2 538 363 M.	} 5 624 170 M.	
b) „ „ Kreisstraßen	902 307 „		
c) „ „ Gemeindewege	2 183 500 „		
d) „ hannov. Chausseen	2 653 571 „	} 10 038 179 M.	
e) „ „ Landstraßen	5 201 108 „		
f) „ „ Gemeindewege (mindestens)	2 183 500 „		
zusammen	15 662 349 M.		

Diese Zahlen gewinnen Gestalt, wenn man aus ihnen die kurzgefaßte Folgerung zieht:

Jeder 1910 gezählte Einwohner Badens zahlte 1913 zu den hier in Rede stehenden Kosten durchschnittlich 2,63 M.; jeder gleichzeitig und ebenso ermittelte Einwohner der Provinz Hannover 3,45 M.!

Diese Kopfsteuern zu den sich von Jahr zu Jahr steigernden Ausgaben für die anerkannt gute Unterhaltung der öffentlichen Wege in beiden Gebieten beweisen, welchen hohen Beitrag der Einzelne zum Wohle der Allgemeinheit bringen muß.

Unterhaltungskosten im Jahre 1913.

Bezeichnung der Straßen	a) Straßenwärterlöhne und in Hannover Handarbeiten M.	b) Unterhaltungsmaterial und Walzarbeit M.	c) Hilfsarbeit M.	d) Unständige Aufwendungen M.	e) Gemeinsame Aufwendungen M.	f) Aufwendungen für Brücken M.	g) Aufwendungen für Schiffbrücken M.	h) Schneebahn- und Dienst-Kleidung der Wärter M.	i) Unterstützungen an das Personal und deren Hinterbliebene M.	k) Gesamtkosten für 1 Kilometer in 1913 M.	Bemerkungen
Badische Landstraßen, 3034 km lang,											
Gesamtausgabe 2538363 M.	596 762	1 373 663	130 887	225 069	36 378	18 996	123 058	23 761	9 789	837	
%	23,90	54,31	5,16	8,87	1,43	0,75	4,85	0,93	0,37	—	
Hannoversche Chausseen, 3138 km lang,						kleine Brücken	große Brücken				Der hohe Betrag in Spalte e) erklärt sich dadurch, daß in ihm die Kosten für Kranken-, Alters- und Invaliden-Versicherung verrechnet werden mußten.
Gesamtausgabe 2653571 M.	653 176	1 579 703	in Spalte a) eingeschlossen	209 042	88 860	94 804	33 441	—	5 933	849	
%	24,52	59,28		7,85	3,35	3.57	1,27	—	0,23	—	
Badische Kreisstraßen, 1379 km lang,								Sonstiges			
Gesamtausgabe 902 307 M.	219 002	508 750	57 819	50 698	29 993	13 067	—	22 978	—	654	
%	24,29	56,39	6,43	5,63	2,16	1,47	—	2,59	—	—	
Hannoversche Landstraßen, 10076 km lang, ungeteilte Gesamtausgabe:	5 201 108									516	Das Material zu einer Verteilung der Gesamtkosten auf die einzelnen Ausgabetitel lag nicht vor.
Badische Gemeindewege, 6377 km lang, ungeteilte Gesamtausgabe:											
für Unterhaltung	2 183 500 = 79,89 %									342 } 429	
für Verbesserungen.....	549 694 = 20,11 %									87	
	2 733 194										

Die Verwaltung, Verwendung und Verrechnung dieser Millionen

liegt in Baden in den Händen der durch die Abb. 8 ihrem Umfange nach verdeutlichten 19 Wasser- und Straßenbauinspektionen, von denen nur die mit einem Kreuz bezeichneten auch mit Wasserbaugeschäften betraut sind; in Hannover besorgen diese, aber nur Wegebau betreffenden Obliegenheiten die nach Abb. 9 gestalteten 17 Landesbauämter (früher Landesbauinspektionen).

In Baden führen die Aufsichtsbeamten, deren Zahl auf der Abb. 8 ebenfalls angegeben ist, die Amtsbezeichnung „Straßenmeister".

Chausseewärter, Straßenwärter und Hilfsarbeiter

sind die werktätigen Handarbeiter beider Verwaltungen.

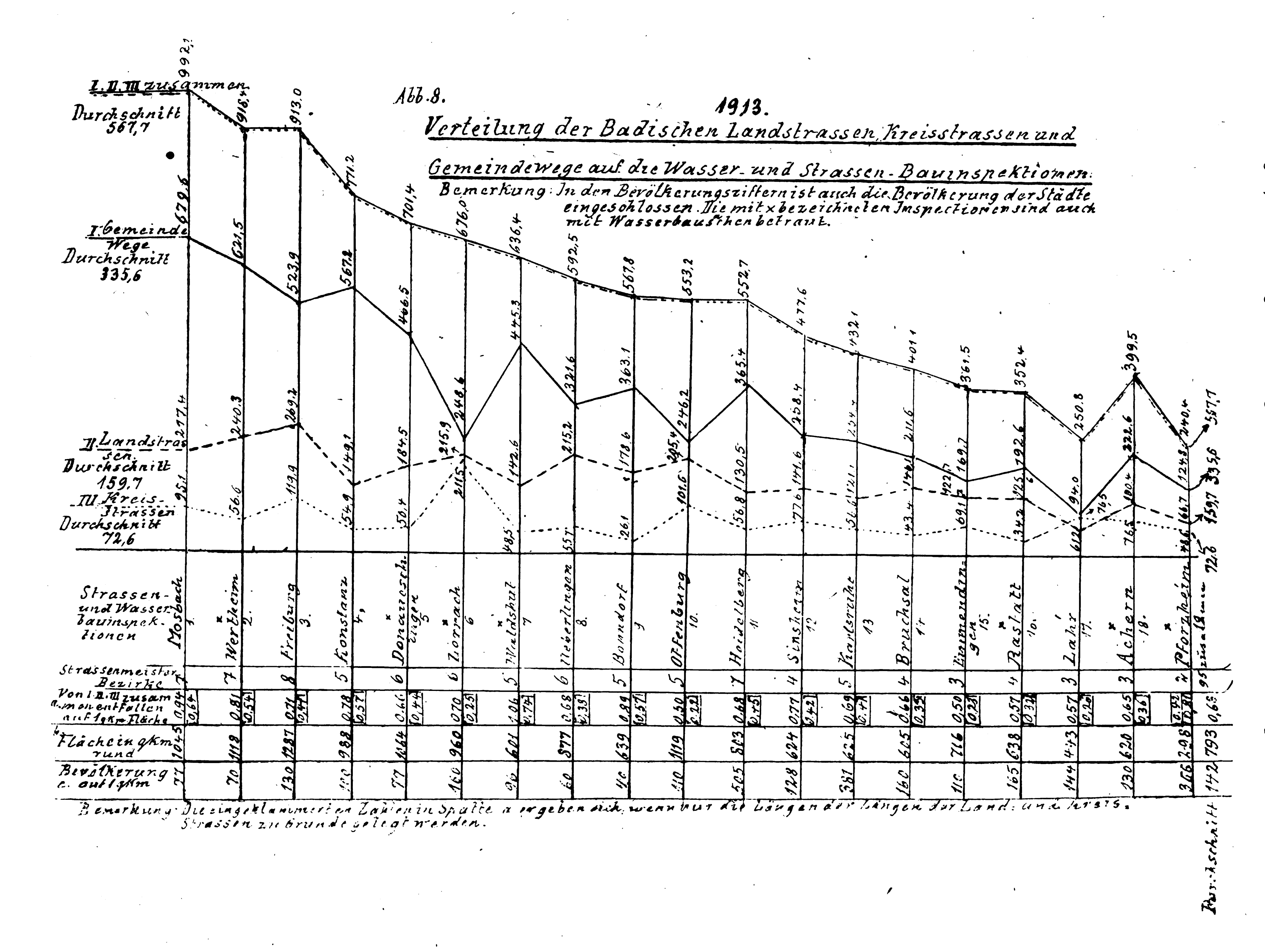
Der hannoversche Chausseewärter ist ein vertraglich und dauernd gegen einen bestimmten Tage- oder Akkordlohn angenommener, der oben erwähnten Arbeitsordnung und den bestehenden Versicherungsgesetzen unterworfener Arbeiter, dem nicht nur nach eingetretener Invalidität ein Invalidengeld zugestanden wird, sondern dessen Witwen und Waisen auch laufende Unterstützungen gewährt werden, während dem badischen Straßenwärter nach zurückgelegtem 25. Lebensjahre und einer dreijährigen befriedigenden Probezeit die Beamteneigenschaft beigelegt wird und er dadurch die ihm auf Grund des badischen Beamtengesetzes zustehenden Vorteile genießt. Diese badischen Straßenwärter erhalten einen festen Jahreslohn, einen staatsseitig gelieferten Hut, eine Dienstmütze und einen wasserdichten Umhang; ihre Löhne werden aufsteigend in vier Klassen geteilt und betragen in:

Klasse I	zwischen	660	und	780 M.
„ II	„	720	„	840 „
„ III	„	810	„	930 „
„ IV	„	900	„	1020 „

Die Höchstsätze der Lohnklassen werden bei einwandfreier Führung durch Gewährung von jährlichen Zulagen in Höhe von 24 M. in 10 Jahren erreicht. Der Wert der fortgefallenen Dienstkleidung und die Belohnung für Mitbeaufsichtigung der Telegraphen im Durchschnittsbetrage von jährlich 14,30 M. fallen nicht unter diesen Lohn.

Vier Wärter erhielten in 1912 eine Pension von 1543 M.; dauernde Unterstützung erhielten 52 Witwen mit 5617 M. jährlich, während einmalige Unterstützungen an im Dienst befindliche und entlassene Wärter sowie an Hinterbliebene in 1912 in Höhe von 4735 M. bewilligt wurden.

Die Zahl der Wärter betrug in demselben Jahre noch 755 und die Durchschnittslänge einer Wärterstrecke 4032 m.


Abb. 8.
1913.
Verteilung der Badischen Landstrassen, Kreisstrassen und Gemeindewege auf die Wasser- und Strassen-Bauinspektionen.
Bemerkung: In den Bevölkerungsziffern ist auch die Bevölkerung der Städte eingeschlossen. Die mit x bezeichneten Inspectionen sind auch mit Wasserbausachen betraut.
I.II.III zusammen Durchschnitt 567,7
I Gemeinde-Wege Durchschnitt 335,6
II Landstrassen Durchschnitt 159,7
III Kreis-Strassen Durchschnitt 72,6
Strassen- und Wasser-Bauinspektionen
Mosbach
Wertheim
Freiburg
Konstanz
Donaueschingen
Lörrach
Waldshut
Ueberlingen
Bonndorf
Offenburg
Heidelberg
Sinsheim
Karlsruhe
Bruchsal
Emmendingen
Rastatt
Lahr
Achern
Pforzheim
Strassenmeister-Bezirke
Von I.II.III zusammen entfallen auf 1 qkm Fläche
Fläche in qkm rund
Bevölkerung c. auf 1 qkm
Durchschnitt
Bemerkung: Die eingeklammerten Zahlen in Spalte a ergeben sich, wenn nur die Längen der Land- und Kreis-Strassen zu Grunde gelegt werden.

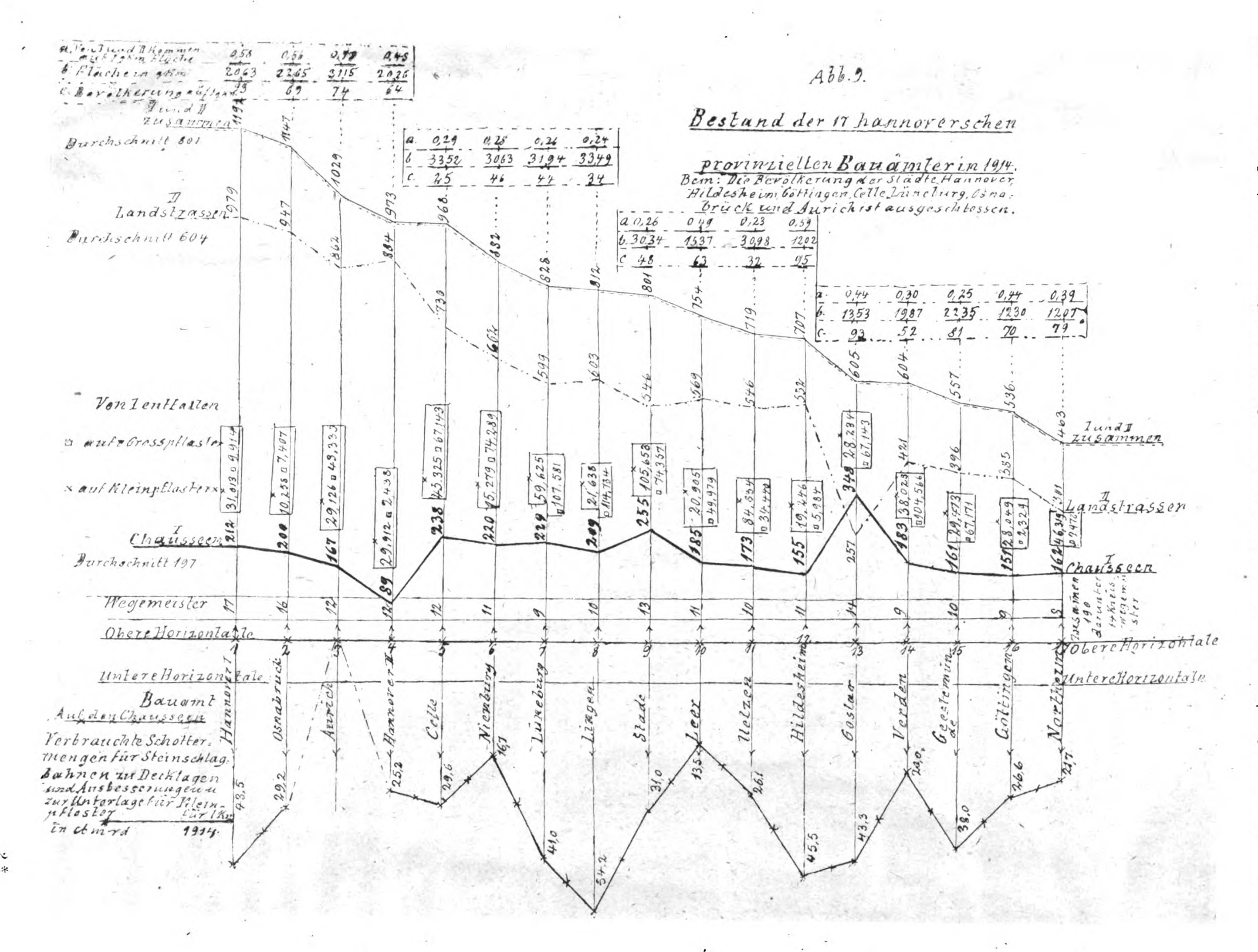


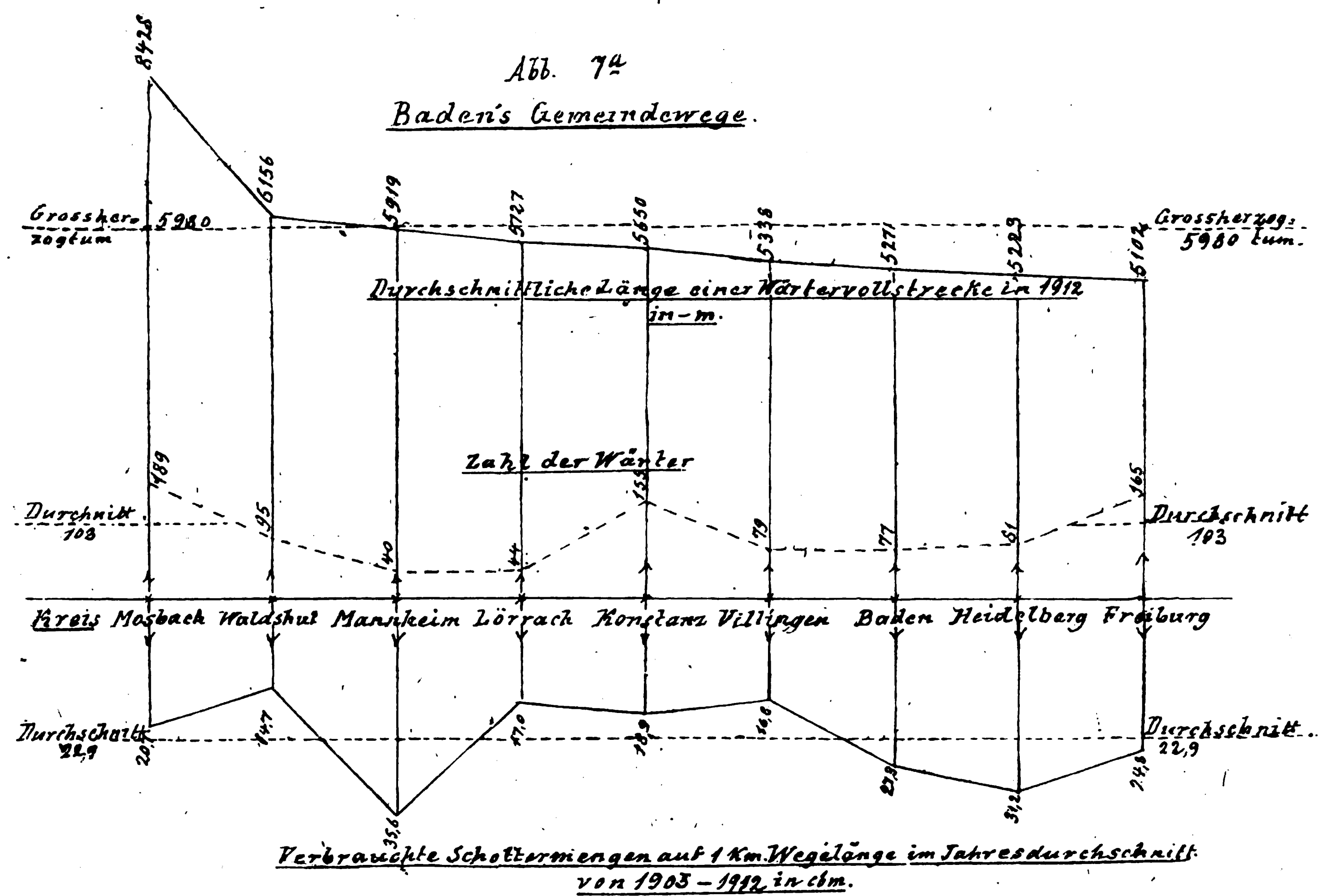
Abb. 9.
Bestand der 17 hannoverschen provinziellen Bauämter im 1914.
Bem: Die Bevölkerung der Städte Hannover, Hildesheim, Göttingen, Celle, Lüneburg, Osnabrück und Aurich ist ausgeschlossen.
I und II zusammen
Durchschnitt 801
II Landstrassen
Durchschnitt 604
Von I entfallen
I Chausseen
Durchschnitt 197
Wegemeister
Obere Horizontale
Untere Horizontale
Bauamt
Verbrauchte Schottermengen für Steinschlagbahnen zu Decklagen und Ausbesserungen u. zur Unterlage für Kleinpflaster
Hannover I
Osnabrück
Aurich
Hannover II
Celle
Nienburg
Lüneburg
Lingen
Stade
Leer
Uelzen
Hildesheim
Goslar
Verden
Geestemünde
Göttingen
Northeim

während letztere nach Abb. 10 auf den badischen dort erläuterten Gemeindewegen 5980 m umfaßte.

Die Wärterlöhne sind von 22,40 % in 1905 auf 27,23 % in 1912, also um 4,83 % oder jährlich um 0,61 % gestiegen, also nur halb so viel, wie die Gesamtunterhaltungskosten in dem gleichen Zeitabschnitte nach Abb. 6 sich mit 1,47 % jährlich gesteigert haben.

Wo Anwärter für diese Stellen schwer zu finden sind, werden auch Wärterhäuser und, wo es nötig erscheint, auch Schutzhütten an den badischen Landstraßen erbaut.

Wie sich die Lohnverhältnisse der hannoverschen Chausseewärter und Hilfsarbeiter in den beiden Zeiträumen von 1902 bis 1906 und 1906 bis 1914 gestaltet haben, zeigt die vorstehende Tabelle, aus der zunächst hervorgeht, daß die Tagewerkskosten im zweiten Zeitabschnitte sich durchweg rund um das Doppelte des ersten Abschnittes gesteigert haben und daß im Gegensatz zu Baden diese Steigerung prozentual die der gesamten kilometrischen Unterhaltungskosten um das Vier- bis Fünffache übersteigt. Nimmt man als Durchschnittsverdienst für die Zeit von



Von bis	Tagelohnsätze in Pf.	Tagelohnsätze in Pf.	Steigerungen in Pf.	Steigerungen in Prozenten im ganzen	Steigerungen in Prozenten für 1 Jahr
1902—1906	197	213	16	8,1	1,62
1906—1914	213	260	47	22,0	2,75
Akkordverdienst					
1902—1906	259	273	14	5,6	1,12
1906—1914	273	330	57	20,9	2,61
Durchschnittsverdienst					
1902—1906	238	253	15	6,3	1,26
1906—1914	253	306	53	21,0	2,63
Gesamt-Unterhaltungskosten für das Kilometer in Mark					
1902—1906	729	740	11	1,51	0,23
1906—1914	740	783	43	5,81	0,73

1906 bis 1914 aus der Tabelle das arithmetische Mittel von 253 und 306 zu 280 Pf. an, so ergibt sich für 300 Arbeitstage ein Jahresverdienst von 840 M., der dem Mittel aus der badischen Lohnklasse III nahezu gleichsteht, so daß behauptet werden kann, daß beide Verwaltungen sich in gleichem Maße, wenn auch in verschiedenen Formen, um die genügende Fürsorge für ihre Arbeiter bemühen.

Es bietet sich zwar noch Stoff zur Erweiterung dieser von mir nur als Kompilator, nicht als Verfasser, zusammengestellten Mitteilungen, jedoch ist der zur Verfügung stehende Raum beschränkt und der Leser wohl schon durch das bisher Gesagte zu der Ueberzeugung gelangt, daß man es hier mit zwei vorbildlich wirkenden Verwaltungen zu tun hat.

Mit dem unmaßgeblichen Wunsche, daß Baden den Bau von Kleinpflaster und Hannover eine ständige Wartung und Pflege der ausgebauten Gemeindewege in Erwägung ziehen möge, komme ich zum Schluß.

Zurückführung der Berechnung von Eisenbetonplattenbalken auf die für einfache Bewehrung geltenden Grundformeln.

Von Regierungsbaumeister Schack (Berlin).

Im Jahrgang 1913, Heft 2, dieser Zeitschrift habe ich gezeigt, wie sich die Bemessung doppeltbewehrter Platten und Balken rechteckigen Querschnitts auf die für die einfache Bewehrung geltenden Quadratwurzelformeln zurückführen läßt. Dieser Grundgedanke läßt sich auch auf die Plattenbalken mit Nullinie im Steg und mit Berücksichtigung der Stegdruckspannungen ausdehnen, und die dort gegebenen Ausdrücke lassen sich noch vereinfachen, wie im folgenden gezeigt werden möge. Wir gehen aus von dem allgemeinsten Fall des doppelt bewehrten Plattenbalkens und drücken zunächst die Spannungen σ_e', σ_b' und σ_e proportional durch σ_b aus (Abb. 1):

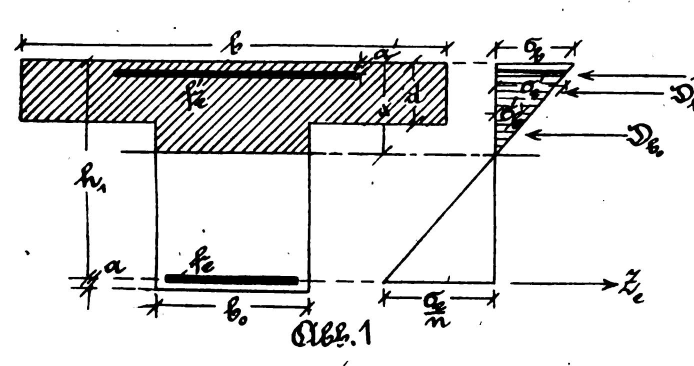


Abb. 1

$$\sigma_e' = n\sigma_b \frac{x-a'}{x} = n\sigma_b \frac{sh_1 - a'}{sh_1} = n\sigma_b \frac{s-\alpha}{s} = n\sigma_b \frac{s_\alpha}{s},$$

$$\sigma_b' = \sigma_b \frac{x-d}{x} = \sigma_b \frac{sh_1 - d}{sh_1} = \sigma_b \frac{s-\delta}{s} = \sigma_b \frac{s_\delta}{s},$$

$$\sigma_e = n\sigma_b \frac{h_1 - x}{x} = n\sigma_b \frac{h_1 - sh_1}{sh_1} = n\sigma_b \frac{1-s}{s} = n\sigma_b \frac{1_s}{s},$$

wobei zur Abkürzung $\frac{a'}{h_1} = \alpha$, $\frac{d}{h_1} = \delta$, $n = \frac{E_e}{E_b}$,

$$s = \frac{n\sigma_b}{n\sigma_b + \sigma_e}, \quad s - \alpha = s_\alpha, \quad s - \delta = s_\delta, \quad 1 - s = 1_s$$

gesetzt ist. Es soll also bei allen auftretenden Differenzen der Subtrahend dem Minuenden einfach als Index angehängt werden.

Die inneren Kräfte des Balkenquerschnitts sind unter Vernachlässigung der Betonzugspannungen:

$$D_e = f_e' \sigma_e' = \nu f_e n\sigma_b \frac{s_\alpha}{s}, \quad \text{wobei } \frac{f_e'}{f_e} = \nu,$$

$$D_b = bd \frac{\sigma_b + \sigma_b'}{2} = bd \frac{\sigma_b + \sigma_b \frac{s_\delta}{s}}{2} = \frac{bh_1 \delta \sigma_b (s + s_\delta)}{2s} = \frac{bh_1 \delta \sigma_b (2s)_\delta}{2s},$$

$$D_{b_0} = b_0 (x-d) \frac{\sigma_b'}{2} = \beta b (sh_1 - \delta h_1) \sigma_b \frac{s_\delta}{2s} = \frac{bh_1 \beta \sigma_b s_\delta^2}{2s}, \quad \text{wobei } \frac{b_0}{b} = \beta,$$

$$Z_e = f_e \sigma_e = f_e n \sigma_b \frac{1_s}{s}.$$

Die Gleichgewichtsbedingung für die inneren Kräfte lautet

$$D_e + D_b + D_{b_0} = Z_e,$$

$$\text{oder } \nu f_e n\sigma_b \frac{s_\alpha}{s} + \frac{bh_1 \delta \sigma_b (2s)_\delta}{2s} + \frac{bh_1 \beta \sigma_b s_\delta^2}{2s} = f_e n \sigma_b \frac{1_s}{s},$$

$$\text{woraus } f_e = \frac{\frac{bh_1}{2s} (\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2)}{n \frac{1_s}{s} - \nu n \frac{s_\alpha}{s}} = \frac{bh_1}{2n} \frac{\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2}{1_s - \nu s_\alpha}.$$

Die einzelnen Hebelarme der inneren Kräfte in bezug auf die Zugeisenschwerachse sind

$$\text{für } D_e\text{: } h_1 - a' = h_1 \left(1 - \frac{a'}{h_1}\right) = h_1 (1-\alpha) = h_1 1_\alpha,$$

$$\text{für } D_b\text{: } h_1 - \frac{d}{3} \frac{3x - 2d}{2x - d} = h_1 - \frac{\delta h_1}{3} \frac{3sh_1 - 2\delta h_1}{2sh_1 - \delta h_1} = h_1 \left(1 - \frac{\delta}{3} \frac{(3s)_{2\delta}}{(2s)_\delta}\right) = h_1 \frac{3(2s)_\delta - \delta (3s)_{2\delta}}{3(2s)_\delta} = h_1 \frac{3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}}{3(2s)_\delta},$$

$$\text{für } D_{b_0}\text{: } h_1 - d - \frac{x-d}{3} = h_1 - \frac{2d + x}{3} = h_1 \left(1 - \frac{2\delta + s}{3}\right) = h_1 \frac{3 - 2\delta - s}{3} = h_1 \frac{3_{2\delta} - s}{3}.$$

Die Momentengleichung in bezug auf die Zugeisenschwerachse lautet daher

$$M = D_e h_1 1_\alpha + D_b h_1 \frac{3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}}{3(2s)_\delta} + D_{b_0} h_1 \frac{3_{2\delta} - s}{3}$$

$$= \nu n \sigma_b \frac{s_\alpha}{s} \frac{bh_1}{2n} \frac{\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2}{1_s - \nu s_\alpha} h_1 1_\alpha + \frac{bh_1 \delta \sigma_b (2s)_\delta}{2s} h_1 \frac{3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}}{3(2s)_\delta} + \frac{bh_1 \beta \sigma_b s_\delta^2}{2s} h_1 \frac{3_{2\delta} - s}{3}$$

$$= \frac{bh_1^2 \sigma_b}{6s} \left[3\nu s_\alpha 1_\alpha \frac{\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2}{1_s - \nu s_\alpha} + \delta (3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}) + \beta s_\delta^2 (3_{2\delta} - s)\right]$$

$$= \frac{bh_1^2 \sigma_b}{6s(1_s - \nu s_\alpha)} [3\nu s_\alpha 1_\alpha (\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2) + 1_s \delta (3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}) + 1_s \beta s_\delta^2 (3_{2\delta} - s) - \nu s_\alpha \delta (3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}) - \nu s_\alpha \beta s_\delta^2 (3_{2\delta} - s)].$$

Wird dieser Ausdruck gleich $\frac{bh_1^2}{r^2}$ gesetzt, so folgt nach einigen Zusammenziehungen

$$r = \sqrt{\frac{6s(1_s - \nu s_\alpha)}{\sigma_b \left[1_s \{\delta (3s 2_\delta - \delta 3_{2\delta}) + \beta s_\delta^2 (3_{2\delta} - s)\} - \nu s_\alpha \{\delta (3s (2\alpha)_\delta - \delta (3\alpha)_{2\delta}) + \beta s_\delta^2 ((3\alpha)_{2\delta} - s)\}\right]}}.$$

Ferner ergibt obiger Ausdruck für f_e:

$$t = \frac{r}{2n} \frac{\delta (2s)_\delta + \beta s_\delta^2}{1_s - \nu s_\alpha}, \text{ sodaß also } h_1 = r\sqrt{\frac{M}{b}}, \; f_e = t\sqrt{\frac{M}{b}}\, b.$$

Durch Spezialisierung erhält man ohne weiteres:

für $\beta = 0$ (doppelte Bewehrung, Vernachlässigung der Stegdruckspannungen, Abb. 2):

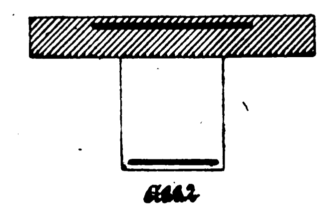


Abb. 2

$$r = \sqrt{\frac{6\,s\,(1_s - \nu\,s_\alpha)}{\sigma_b\,\delta\,[1_s\,(3\,s\,2_\delta - \delta\,3_{2\delta}) - \nu\,s_\alpha\,(3\,s\,(2\,\alpha)_\delta - \delta\,(3\,\alpha)_{2\delta})]}}$$

$$t = \frac{r}{2\,n}\,\frac{\delta\,(2\,s)_\delta}{1_s - \nu\,s_\alpha},$$

für $\beta = 0$ und $\nu = 0$ (nur Zugbewehrung, Vernachlässigung der Stegdruckspannungen, Abb. 3):

Abb. 3

$$r = \sqrt{\frac{6\,s}{\sigma_b\,\delta\,(3\,s\,2_\delta - \delta\,3_{2\delta})}}\ ^{1)}$$

$$t = \frac{r}{2\,n}\,\frac{\delta\,(2\,s)_\delta}{1_s},$$

für $\nu = 0$ (nur Zugbewehrung, Abb. 4):

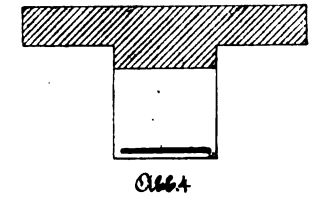


Abb. 4

$$r = \sqrt{\frac{6\,s}{\sigma_b\,[\delta\,(3\,s\,2_\delta - \delta\,3_{2\delta}) + \beta\,s_\delta^2\,(3_{2\delta} - s)]}}$$

$$t = \frac{r}{2\,n}\,\frac{\delta\,(2\,s)_\delta + \beta\,s_\delta^2}{1_s},$$

für $\beta = 0$ und $\delta = s$ (doppelte Bewehrung, rechteckiger Querschnitt, Abb. 5):

$$r = \sqrt{\frac{6\,(1_s - \nu\,s_\alpha)}{\sigma_b\,s\,[1_s\,3_s + \nu\,\alpha_s\,(3\,\alpha)_s]}}\ ^{2)}$$

Abb. 5

$$= \frac{r}{2\,n}\,\frac{s^2}{1_s - \nu\,s_\alpha},$$

endlich für $\beta = 0$, $\delta = s$ und $\nu = 0$ (nur Zugbewehrung, rechteckiger Querschnitt, Abb. 6):

$$r = \sqrt{\frac{6}{\sigma_b\,s\,3_s}}\ ^{3)}$$

$$t = \frac{r}{2\,n}\,\frac{s^2}{1_s}.$$

Abb. 6

Die Druckmittelpunktsabstände der in den Abbildungen schraffierten Druckgurte von der Druckkante der Plattenbalken und die sonstigen für die Spannungsberechnung erforderlichen Formeln findet man u. a. im Handbuch für Eisenbetonbau.

Muß bei beschränkter Bauhöhe die Balkenhöhe möglichst eingeschränkt werden, so kann man unter Berücksichtigung der Stegdruckspannungen zu einer vorher näherungsweise zu ermittelnden Balkenhöhe auch die Stegbreite berechnen. Zu diesem Zwecke fassen wir die Glieder ohne und die Glieder mit β zusammen und setzen zur Abkürzung

$$6\,s\,(1_s - \nu\,s_\alpha) = A$$

$$\delta\,1_s\,\{3\,s\,2_\delta - \delta\,3_{2\delta} - \nu\,s_\alpha\,(3\,s\,(2\,\alpha)_\delta - \delta\,(3\,\alpha)_{2\delta})\} = B$$

$$s_\delta^2\,\{1_s\,(3_s - 2\,\delta) - \nu\,s_\alpha\,((3\,\alpha)_s - 2\,\delta)\} = C$$

Alsdann folgt mit $r^2 = \frac{b\,h_1^2}{M}$ ohne weiteres

$$b\,h_1^2\,\sigma_b\,(B + \beta\,C) = A\,M,$$

woraus
$$b\,\beta = b_0 = \frac{A\,M - b\,h_1^2\,\sigma_b\,B}{h_1^2\,\sigma_b\,C}.$$

Zahlenbeispiel:

Sei gegeben $M = 24^{\text{tm}}$, $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1200\ ^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $b = 16 \cdot 10 = 160$, $a' = 3$, $d = 10^{\text{cm}}$, $\nu = 1$, so ist unter Vernachlässigung der Stegdruckspannungen nach Geyers Tafel (Armierter Beton 1913, Taschenbuch für Bauingenieure 1914) näherungsweise für $\alpha = \frac{a'}{h_1} = \sim 0{,}1$

$$h_1 = 0{,}335\sqrt{\frac{24000}{1{,}6}} = 41,\quad x = 0{,}333 \cdot 41 = 13{,}7^{\text{cm}}.$$

Da die Nullinie nur wenig unter Plattenunterkante liegt, so sind diese Werte schon ziemlich genau. Mit $h_1 = 40^{\text{cm}}$, $s = \frac{15 \cdot 40}{15 \cdot 40 + 1200} \doteq 0{,}333$, $\alpha = \frac{3}{40} = 0{,}075$, $\delta = \frac{10}{40} = 0{,}25$ erhalten wir

$$A = 6 \cdot 0{,}333\,(0{,}667 - 1 \cdot 0{,}258) = 2 \cdot 0{,}409 = 0{,}818,$$

$$B = 0{,}25 \cdot 0{,}667\,\{1{,}0 \cdot 1{,}75 - 0{,}25 \cdot 2{,}50 - 1 \cdot 0{,}258\,(1 \cdot - 0{,}1 - 0{,}25 \cdot - 0{,}275)\}$$

$$= 0{,}25 \cdot 0{,}667 \cdot 1{,}133 = 0{,}189,$$

$$C = 0{,}083^2\,\{0{,}667\,(2{,}667 - 0{,}5) - 1 \cdot 0{,}258\,(-0{,}108 - 0{,}5)\}$$

$$= 0{,}083^2 \cdot 1{,}60 = 0{,}011,$$

$$b_0 = \frac{0{,}818 \cdot 2400000 - 160 \cdot 40^2\,40 \cdot 0{,}189}{40^2 \cdot 40 \cdot 0{,}011} = \frac{27840}{704} = \sim 40^{\text{cm}}.$$

Bemerkenswert ist die Empfindlichkeit dieses Ausdrucks, sodaß genaue Rechnung erforderlich ist.

Ferner $\beta = \frac{b_0}{b} = \frac{40}{160} = 0{,}25$, $r = \sqrt{\frac{A}{\sigma_b\,(B + \beta\,C)}} =$

$$= \sqrt{\frac{0{,}818}{40\,(0{,}189 + 0{,}25 \cdot 0{,}011)}} = \sqrt{\frac{0{,}818}{40 \cdot 0{,}192}} = 0{,}326,$$

$$h_1 = 0{,}326\sqrt{\frac{24000}{1{,}6}} = 40^{\text{cm}},$$

$$t = \frac{0{,}326}{30}\,\frac{0{,}25 \cdot 0{,}417 + 0{,}25 \cdot 0{,}083^2}{0{,}667 - 1 \cdot 0{,}258}$$

$$= \frac{0{,}326}{30}\,\frac{0{,}106}{0{,}409} = 0{,}00282,$$

$$f_e = f'_e = 0{,}282\sqrt{\frac{24000}{1{,}6}}\,1{,}6 = 55{,}3^{\text{cm}^2}.$$

Proberechnung nach Hdb. f. Eisenbetonbau, Bd. 6, 1911, S. 263:

$$x = -\frac{d\,(b - b_0) + n\,(f_e + f'_e)}{b_0} + \sqrt{\left(\frac{d\,(b - b_0) + n\,(f_e + f'_e)}{b_0}\right)^2 + \frac{2\,n\,(f_e\,h_1 + f'_e\,a') + d^2\,(b - b_0)}{b_0}}$$

$$= -\frac{10 \cdot 120 + 15 \cdot 110{,}6}{40} + \sqrt{\left(\frac{10 \cdot 120 + 15 \cdot 110{,}6}{40}\right)^2 + \frac{30 \cdot 55{,}3\,(40 + 3) + 10^2 \cdot 120}{40}}$$

$$= -71{,}48 + \sqrt{71{,}48^2 + 2083} =$$

$$= -71{,}48 + 84{,}81 = 13{,}33^{\text{cm}},$$

$$\sigma_e = \frac{M}{f_e\left(h_1 - \frac{1}{3}\,\frac{b\,x^3 - (x - d)^2\,(b - b_0)\,(2\,d + x) + 6\,n\,f'_e\,(x - a')\,a'}{b\,x^2 - (x - d)^2\,(b - b_0) + 2\,n\,f'_e\,(x - a')}\right)}$$

$$= \frac{2400000}{55{,}3\left(40 - \frac{1}{3}\,\frac{160 \cdot 13{,}33^3 - 3{,}33^2 \cdot 120 \cdot 33{,}33 + 90 \cdot 55{,}3 \cdot 10{,}33 \cdot 3}{160 \cdot 13{,}33^2 - 3{,}33^2 \cdot 120 + 30 \cdot 55{,}3 \cdot 10{,}33}\right)}$$

$$= \frac{2400000}{55{,}3\left(40 - \frac{1}{3}\,\frac{488861}{44236}\right)} = \frac{2400000}{55{,}3\,(40 - 3{,}68)} = 1195\ ^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_b = \frac{x}{n\,(h_1 - x)}\,\sigma_e = \frac{13{,}33}{15\,(40 - 13{,}33)}\,1195 = 40\ ^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

Die entsprechenden genauen Ausdrücke unter Berücksichtigung der Betonzugspannungen sind noch wesentlich umständlicher, sodaß es sich hier empfiehlt, nach

1) Vgl. Saliger: Der Eisenbet. in Theorie u. Konstr. 1911, S. 125.

2) Schlüter: Säule und Balken 1914. S. 189.

3) Min. Best. 1907 usw.

Näherungsformeln zu suchen. Auch vorstehende Gleichungen lassen sich natürlich beispielsweise noch dadurch vereinfachen, daß man den Druckmittelpunkt für D_b in der Plattenmitte annimmt, wie dies vielfach üblich ist.

Für die Erreichung des praktischen Ziels, nämlich der zahlenmäßigen Auswertung und Tabellarisierung vorstehender Ausdrücke, dürften nunmehr die Wege genügend geebnet sein. Bemerkt sei hierzu noch, daß sich meines Erachtens hierfür eine gute, wie die Heuselinsche Rechentafel mit steifen Registerzetteln[4]) versehene, fünfstellige Logarithmentafel ohne Interpolation mehr eignet als die vollkommenste Rechenmaschine, wenngleich eine solche die Mitarbeit des Kopfes am vollkommensten auszuschalten gestattet. Zu empfehlen ist auch die durch vorteilhaften Druck ausgezeichnete, ebenso ausrüstbare, sechsstellige Tafel von Bremiker (Albrecht) — oder eine entsprechende —, die für alle fünfstelligen Zahlen die Mantissen ohne Interpolation unmittelbar zu entnehmen gestattet. Die subjektive Veranlagung des einzelnen freilich spielt bei Rechenkünsten aller Art eine so große Rolle, daß die Allgemeingültigkeit dieser Ansicht schwerlich bewiesen werden kann, zumal da jedes Rechenhilfsmittel[5]) seine besonderen Vor- und Nachteile hat. Man wird daher vorteilhaft unter Umständen mehrere, für den vorliegenden Fall besonders geeignete Rechenhilfsmittel gleichzeitig oder abwechselnd benutzen. Die Rechenschieber[6]), selbst die vollkommensten, sind für Tabellarisierungszwecke unzulänglich — so sehr sie auch sonst zu empfehlen und vorzuziehen sind —, weil sie die dritte Stelle schon nicht mehr in allen Fällen mit Sicherheit herauszuholen gestatten. Drei Stellen wird man aber in einer Zahlentafel doch wenigstens richtig haben wollen.

[4]) Vgl. auch: Die kleine Logarithmentfl., von Dietrich-Keit mit Randindex, Berlin, J. Springer.

[5]) Zusammenstellungen s. Mehmke, Enz. der math. Wiss., Bd. I, 2; Jordan-Eggert, Hdb. der Vermessungskde. usw.

[6]) Vgl. übrigens: Die neue Rechentafel, von Prof. Schupmann, Deutsche Bauztg., Mitt. 1917, S. 163.

Diagonalzwischenböden für Silobauten.

D. R. P. 304478.

Von Obering. Dr.-Ing. Paul Müller (Dortmund).

Die Unterteilung einer senkrecht oder schräg stehenden Silozelle mit rechteckigem, quadratischem, elliptischem, rundem oder gerad- bzw. ungeradzahlig polygonalem Querschnitte in der Weise, daß

1. jede Unterzelle unabhängig von der andern gefüllt und entleert,
2. die unterteilte Zelle als Ganzes benutzt werden kann, in welchem Falle der Zwischenboden zur Verringerung der Schütthöhe dient, wobei in beiden Fällen nur soviel vom Rauminhalt der unterteilten Silozellen verloren geht, als der Zwischenboden durch sein Volumen beansprucht,

bildet den Gegenstand der neuen Erfindung.

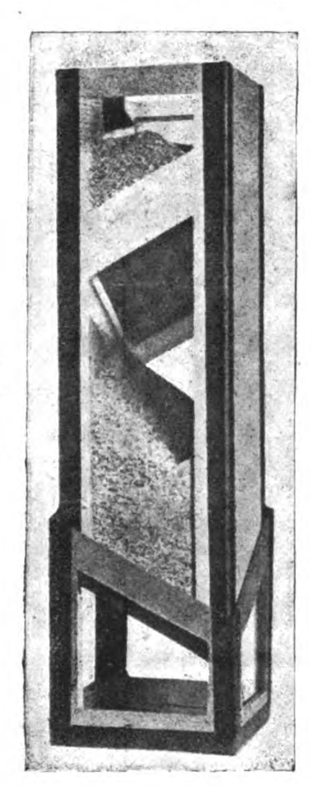


Abb. 1. *Glasmodell einer quadratischen Silozelle mit Diagonalzwischenboden.*

Wie aus der Abb. 1 hervorgeht, entsteht der Diagonalzwischenboden dadurch, daß eine senkrecht zur Zellenachse liegende Schnittebene des Zellenprismas um diejenige in ihr liegende Gerade, welche senkrecht zur Verbindungslinie zweier einander gegenüberliegender Kantenschnittpunkte der Zelle mit dieser Ebene bzw. eines Kantenschnittpunktes mit der Mitte der gegenüberliegenden Seite verläuft, so lange gedreht wird, bis der Neigungswinkel der Ebene des Zwischenbodens zur Horizontalen größer als der Böschungswinkel des Füllgutes ist.

Letztere Bedingung, die schon aus dem Grunde erforderlich ist, um die obere Zelle entleeren zu können, ermöglicht es, die untere Zelle ohne Raumverlust zu füllen. Denn die Füllung der unteren Zelle geschieht vom höchsten Punkte des Zwischenbodens aus, so daß sich, da der Böschungswinkel des Füllgutes kleiner als der Neigungswinkel des Bodens zur Horizontalen ist, das Füllgut ohne Raumverlust bis unmittelbar unter den Zwischenboden abböscht.

Soll der Zwischenboden lediglich zur Unterteilung einer Zelle, d. h. zur Verminderung der Schütthöhe dienen, so erhält er an seinem höchsten und tiefsten Punkte je eine Durchflußöffnung für das Füllgut (s. Abb. 1). Hierdurch wird gleichzeitig ein Durchmischen des Gutes beim Füllen und Entleeren erzielt, da bis zu dem Augenblick, in dem die tiefste Durchflußöffnung durch das Füllgut in der unteren Zelle verstopft wird, das Füllmaterial durch beide Oeffnungen des Zwischenbodens läuft. In der Abb. 1 ist die hierdurch bedingte treppenförmige Abstufung im Füllmaterial deutlich zu erkennen.

Werden die einzelnen Teilzellen dagegen mit verschiedenen Materialien gefüllt (z. B. bei Malz- und Getreidesilos), so erfolgt die Füllung bzw. Entleerung am einfachsten mit Röhren von genügend großem Durchmesser am höchsten bzw. tiefsten Punkt des Bodens.

Der Diagonalzwischenboden eignet sich selbstverständlich auch an Stelle des meistenteils angewandten Trichterbodens für den eigentlichen Boden einer Silozelle und übertrifft letzteren bedeutend an Einfachheit in der Ausführung, zumal, wenn mehrere Zellen eine gemeinsame Auslauföffnung erhalten. So erfordern z. B. vier zusammengefaßte quadratische Zellen nur vier Diagonalbodenflächen gegenüber 16 Trichterflächen.

Zeitschriftenschau.

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. v. Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Größe des Auftriebes unter der Sohle von Bauwerken; von Gaede. Es werden Betrachtungen über die Einwirkung verschiedenartiger Zusammensetzungen des Untergrundes auf den Auftrieb gemacht und durch Rechnung wird gezeigt, daß nur bei vollständig undurchlässigen Schichten der Auftrieb in größerem Umfange sich vermindern kann. Bei Bauausführungen muß wohl stets mit einer vollen Wirkung des Auftriebes gerechnet werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 501.)

Absteifung von Baugruben nach Siemens & Halske (s. **1917**, S. 151). Nach dem patentierten Verfahren wird zur Vermeidung der durch das Einrammen der Träger entstehenden Erschütterung ein Rohr in den Boden eingebracht, in das dann ein Walzträger gestellt wird. Der nach der Baugrube zu liegende Flansch des Trägers wird mit Holzleisten umkleidet und der Hohlraum zwischen Träger und Rohr wird unter Hochziehen des Rohres mit Grobmörtel gefüllt. Beim Ausschachten werden die Holzleisten entfernt und Schalbohlen in den freien Raum zwischen Grobmörtelkern und Trägerflansch eingesetzt. — Mit Abb. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 100.) — Beim Zusatzpatent, D. R. P. 295854, wird der Rohrbundpfahl durch sichelförmige Halter mit den Bohlen verbunden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 260.)

Senkung des Grundwasserspiegels bei der Ausführung von Rohrleitungen und Sielbauten. Anlagen verschiedener Ausdehnung zum Absenken des Grundwassers mit Rohrbrunnen werden besprochen. — Mit Abb. (Gesundheitsing. 1917, S. 181.)

Exzentrische Fundamente, sogenannte Stielfundamente; von Fruchtländer. Gewöhnlich wird die Voraussetzung gemacht, daß der Fundamentfuß mit der Stütze gelenkartig verbunden ist. Man übergeht dabei die Tatsache, daß der Boden infolge ungleichartiger Pressung sich verschieden setzt. Diese gelenkartige Verbindung ist aber in den meisten Fällen nicht vorhanden, woher eine Verteilung der Pressung erfolgt, die eine Verbiegung der Stütze und der Fußplatte bedingt. Sowohl für den Fall der starren Verbindung als auch der elastischen werden Formeln abgeleitet, aus denen, wie an Beispielen gezeigt wird, hervorgeht, daß bei starr eingespanntem Plattenfuß die Verteilung der Bodenpressungen als fast gleichmäßig angesehen werden kann, während bei elastischer Einspannung eine ungleichmäßige Verteilung eintritt. Es darf jedenfalls nicht die Stütze mit dem Fuß biegungsfest verbunden und dabei in bisher üblicher Weise gerechnet werden, da sonst die Stütze zu schwach ausfallen würde. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1917, S. 122.)

Schwimmende Senkkasten in Beton und Eisenbeton für Wellenbrecher und Kaimauern in Seehäfen werden eingehend behandelt und es wird auf die Vorteile gegenüber bleibenden oder wieder verwendbaren eisernen Senkkasten sowie gegenüber dem Blockbau hingewiesen. Als Ausführungsbeispiele von Betonsenkkasten werden diejenigen für Wellenbrecher im Hafen von Bizerta und Valparaiso und für die Hafendämme von Zeebrügge beschrieben, welch letztere bereits einen Uebergang zur Eisenbetonausführung bilden. Als Ausführungen in Eisenbeton im eigentlichen Sinne werden Senkkasten für Wellenbrecher und Ufermauern in Tonapse am Schwarzen Meer, im Kriegshafen Talcahuano in Chile, bei den Kaimauern in Rotterdam und in Norre Sundby auf Jütland beschrieben. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 17 bis 20, S. 131, 144, 149 u. 157.)

Gründungen im Sielbau; von O. Spiegelberg. Die im Sielbau zur Anwendung kommenden Gründungsarbeiten werden, den Baugrundverhältnissen angepaßt, aufgezählt und besprochen. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1917, S. 73.)

Tief gegründete Pfeiler der Thames-Brücke in New London. Hölzerne Senkkasten mit Schneidkanten aus Eisenbeton, die an Land zusammengesetzt und schwimmend an die Verwendungsstelle gebracht wurden. — Mit Abb. (Eng. news 1917, I, S. 420.)

Absenkung der Senkkasten für eine umfangreiche Gründung eines Gasthauses in St. Louis. Bauvorgang für die Druckluftgründung von 50 Betonpfeilern von 1,7 bis 2,5 m Durchmesser und 7,1 m Höhe, von der Baugrubensohle an gerechnet. — Mit Abb. (Eng. news 1917, I, S. 458.)

Senkkastengründung in einem Fluß, dessen Fluthöhe 10,05 m und dessen Stromgeschwindigkeit 5,6 m/Sek. (13 Meilen in der Stunde) beträgt; von Hollingswort. Die durch die hohe Flut und starke Strömung entstandenen ungewöhnlichen Schwierigkeiten bei der Absenkung der Senkkasten für die Pfeiler einer Brücke über den Petitcodiac-Fluß werden beschrieben. Zur Beförderung der Baustoffe wurden Kabelkrane verwendet. — Mit Abb. (Eng. news 1917, I, S. 76.)

Doppelspundwand aus Längs- und Quereisen der Westfälischen Stahlwerke in Bochum, D. R. P. Kl. 84c, Gruppe 2, Nr. 293308. Die verkröpften Langeisen bilden an einem Ende die Nut für das benachbarte Langeisen und gegenüberliegend die Nut für das Quereisen, das I-förmig gestaltet die auf die Spundwand ausgeübten Seitenkräfte aufnimmt. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1917, S. 40.) Eine zweite Art ist unter Kl. 84c, Gruppe 2, Nr. 295307 geschützt und wird durch T-Eisen gebildet, die am Ende des Steges zwei Nuten besitzen, in die sich die verdickten Flanschenenden der beiden benachbarten T-Eisen einfügen. (Daselbst S. 48.)

Λ-förmige eiserne Spundbohlen, D. R. P. für Clemens Pasel in Essen (Ruhr), Kl. 84c, Gruppe 2, Nr. 298272. Die Spundbohle besteht aus einem Walzträger von Λ-förmigem Querschnitt mit ungleich langen Schenkeln, deren Enden mit angewalzten Leisten bzw. Wulsten versehen sind, die eine entsprechende Zusammensetzung und Führung bewirken und die Herstellung geradliniger, wellenförmiger Spundwände sowie Richtungsänderungen gestatten. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1917, S. 153.)

Der Holzpfahl mit Eisenbetonaufsatz nach Heimbach (s. **1917**, S. 289) wird kurz nach den bekannten Veröffentlichungen besprochen. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1917, S. 743; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 265.)

Der Raymond-Betonpfahl besteht aus einem durch eine Spiralfeder verstärkten Stahlblechmantel, der mit einem zweiteiligen Stahlkern eingetrieben und, nachdem dieser herausgezogen ist, mit Beton gefüllt wird. Der längste bisher nach diesem Verfahren im Erdreich hergestellte Pfahl maß 11,25 m bei einem Durchmesser von 584 mm am oberen Ende. — Mit Abb. (Engineering 1917, I, S. 490; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1917, S. 774.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover

GENERAL LIBR.
DEC 2 1918
UNIV. OF MICH.

75.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 4.
(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.



Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1918.



C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten

Richter, Baurat in Leipzig

Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau

von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem **neu** erschienen:

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Entwürfe zu Kleinwohnungen.

Herausgegeben von

A. Holtmeyer

Landbauinspektor in Cassel.

Mappe I: **Einfamilienhäuser**

20 Blatt Preis 4 M. 80 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

Mappe II: **Zwei- u. Vierfamilienhäuser**

15 Blatt Preis 3 M. 20 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

Rechtliche und technische Bedingungen

für die

Ausführung von Arbeiten

und

Lieferungen beim Eigenhausbau.

Preis 60 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u. Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 4. (Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Direkte Querschnittsbemessung auf Biegung beanspruchter Eisenbetonteile bei Berücksichtigung der Betonzugspannungen.

Von Dipl.-Ing. E. Elwitz (Düsseldorf), z. Zt. in Kriegsgefangenschaft.

Für die gewöhnlich gemachte Annahme der Vernachlässigung der Betonzugspannungen hat das Verfahren der direkten Bemessung von Eisenbetonquerschnitten (Platten und Plattenbalken) wegen seiner großen Einfachheit und Zeitersparnis sich überall Eingang verschafft. Das früher allein bekannte Probierverfahren der Annahme von Querschnitten mit dem nachfolgenden Nachweis der Randspannungen σ_b des Betons und σ_e des Eisens erforderte mancherlei Uebung, Erfahrung und Geschicklichkeit. Dieses ältere Verfahren ist mit großem Vorteil durch die sehr einfachen Formeln der direkten Querschnittsbemessung ersetzt worden

Querschnittshöhe $h = a_0 \sqrt{M}$,

Eiseneinlage $F_e = b_0 \sqrt{M}$, wobei

z. B. für das Verhältnis der Randspannungen

$\sigma_e : \sigma_b = 1000/40\ ^{kg}/_{cm^2} : a_0 = 0{,}390;\ b_0 = 0{,}00293.$

Dabei hat sich die Einführung des Randspannungsverhältnisses $\gamma = \sigma_e : \sigma_b$ als äußerst fruchtbringend erwiesen[1]).

Für diejenigen Bauteile nun, die mit Rücksicht auf die Rostsicherheit des Eisens oder aus anderen Gründen einen rissefreien Beton verlangen, also wo die Zugspannungen des Betons mit in Betracht zu ziehen sind, ist das Finden praktischer und wirtschaftlicher Querschnitte noch schwieriger. Auch für diese Fälle führt die Benutzung des Randspannungsverhältnisses zu Formeln, die schnell und sicher gute Querschnitte liefern. Das Verfahren kann sowohl vorbereitend angewendet werden, d. h. es dient zunächst nur zur Wahl des Querschnitts, worauf dann der Spannungsnachweis folgt. In der Regel genügt es aber, sich auf das direkte Verfahren allein zu beschränken, wenn man beachtet, daß die Erhöhung auch nur einer der Querschnittsabmessungen (des Betons oder des Eisens) über das errechnete Maß hinaus jede der von vornherein vorausgesetzten Randspannungen (Grenzrandspannung) herabdrückt.

Verfasser hat mit diesem Verfahren schon seit längerer Zeit gearbeitet. Für einige der wichtigsten Querschnitte und für verschiedene Annahmen sei es nachstehend mitgeteilt.

I.

Der einfachste und am häufigsten zur Anwendung kommende Querschnitt ist der der einfach bewehrten Platte (Rechteckquerschnitt).

Die Annahmen der folgenden Untersuchung sind die üblichen: geradlinige Zunahme der Spannungen; eine für gedrückten wie gezogenen Beton gleich große Elastizitätsziffer E_b, wobei das Verhältnis von Eisen zu Beton $E_e : E_b = n\ (= 15)$[2]). Die Bedeutung der übrigen Bezeichnungen ist aus Abb. 1 zu ersehen. Dabei ist zu beachten, daß unter h die Querschnitts nutzhöhe zu verstehen ist, so daß die gesamte Querschnittshöhe $h + a$ beträgt. Ferner ist mit σ_z die Betonzugspannung in Höhe der Eiseneinlage F_e bezeichnet; die Randspannung im gezogenen Beton ist um ein Geringes höher, genau $= \sigma_z \dfrac{h - x + a}{h - x} = \dfrac{\gamma \cdot h + a}{\gamma \cdot h}$. In der nachstehenden Untersuchung ist die Betonschicht von der Höhe a unterhalb der Eiseneinlage vernachlässigt. Es geschieht dies, um einfachere und leichter verwertbare Schlußergebnisse zu erhalten, zumal die Vernachlässigung zugunsten der Sicherheit geschieht. Größere Schwierigkeiten, die Deckschicht a zu berücksichtigen, liegen nicht vor.

Abb. 1.

[1]) Vgl. E. Elwitz „Die Querschnittsbestimmung von Platten und Plattenbalken aus Eisenbeton nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten" in „Beton und Eisen" 1905, Heft 1 und 2.

[2]) Alle in dieser Abhandlung mitgeteilten Zahlentafeln gelten für $n = 15$. Ist ein anderes n vorgeschrieben, dann sind die Zahlentafeln für diesen Wert von n umzurechnen.

Mit dem Randspannungsverhältnis $\gamma = \sigma_e : \sigma_b$ wird

(1) $\sigma_e = n \cdot \sigma_z = \gamma \cdot \sigma_b$ und $\sigma_b = \sigma_e : \gamma = n\,\sigma_z : \gamma$;

sodann erhält man aus $\frac{x}{h-x} = \frac{n \cdot \sigma_b}{\sigma_e} = \frac{n}{\gamma}$ die Abstände

(2) $x = \frac{n \cdot h}{\gamma + n} = \alpha\,h$ und $h - x = \frac{\gamma \cdot h}{\gamma + n} = \alpha_1\,h$;

weiter die Mittelkräfte der Spannungen in gedrückter wie gezogener Zone zu

(3) $$\begin{cases} S_b = \sigma_b \cdot \frac{x}{2} = \frac{\sigma_e}{2\gamma} \cdot \frac{nh}{\gamma + n} = \frac{n\sigma_z}{2\gamma} \cdot \frac{nh}{\gamma + n}, \\ S_z = \sigma_z \cdot \frac{h-x}{2} = \frac{\sigma_z}{2} \cdot \frac{\gamma \cdot h}{\gamma + n}, \\ S_e = \sigma_e \cdot F_e = n \cdot \sigma_z \cdot F_e. \end{cases}$$

Dem äußeren Angriffsmoment M muß das Moment der inneren Kräfte gleich sein. Einmal bezogen auf die Eiseneinlage F_e erhält man $S_b\left(h - \frac{x}{3}\right) - S_z \cdot \frac{h-x}{3} = M$. Nach Einführung der Ausdrücke für S_b und S_z aus den Gl. (3) und für x und $h - x$ aus Gl. (2) geht vorstehende Gleichung über in

$$\frac{n\,\sigma_z}{2\gamma} \cdot \frac{n \cdot h}{\gamma + n}\left(h - \frac{nh}{3(\gamma + n)}\right) - \frac{\sigma_z}{2} \cdot \frac{\gamma \cdot h}{\gamma + n} \cdot \frac{\gamma \cdot h}{3(\gamma + n)} = M,$$

woraus nach entsprechender Umformung

(4) $$h = \sqrt{\frac{6(\gamma + n)^2 \cdot \gamma}{[n^2(3\gamma + 2n) - \gamma^3] \cdot \sigma_z}} \cdot \sqrt{M} = a_0 \cdot \sqrt{M}.$$

Bezieht man andrerseits das Moment der inneren Spannungen auf die Kraftlinie S_b (Abb. 1), dann wird

$$S_e\left(h - \frac{x}{3}\right) + S_z \cdot \frac{2}{3} h = M$$

$$n\,\sigma_z \cdot F_e\,\frac{3\gamma + 2n}{3(\gamma + n)}\,h + \frac{\sigma_z}{2}\,\frac{\gamma}{\gamma + n}\,h \cdot \frac{2}{3}\,h = M$$

und mit $h = a_0\sqrt{M}$

$$F_e \cdot n\,\sigma_z\,\frac{3\gamma + 2n}{3(\gamma + n)}\,a_0\sqrt{M} = M\left(1 - \frac{\sigma_z}{3}\,\frac{\gamma}{\gamma + n}\,a_0^2\right), \text{ endlich}$$

(5) $$F_e = \frac{3(\gamma + n) - \sigma_z\,\gamma \cdot a_0^2}{\sigma_z \cdot n(3\gamma + 2n)\,a_0} \cdot \sqrt{M} = b_0\sqrt{M}.$$

Ersetzt man in Gl. (5) den Ausdruck $\sqrt{M}$ durch $\frac{h}{a_0}$ gemäß Gl. (4), dann erhält man nach entsprechender Umformung

$$F_e = \frac{n^2(3\gamma + 2n) - \gamma^3 - 2(\gamma + n) \cdot \gamma^2}{2n\gamma(3\gamma + 2n)(\gamma + n)} \cdot h = \varphi \cdot h$$

und als Prozentsatz φ der Bewehrung

(6) $$\varphi = \frac{n^2(3\gamma + 2n) - \gamma^3 - 2(\gamma + n)\gamma^2}{2n\gamma(3\gamma + 2n)(\gamma + n)} = \frac{b_0}{a_0}.$$

Der Prozentsatz φ ist nur abhängig von dem Randspannungsverhältnis γ, nicht von der Randspannung σ_z. Er ist für alle Randspannungen σ_z des gleichen Randspannungsverhältnisses γ gleich groß. Der Abstand x der neutralen Faser ist immer größer als $\frac{h}{2}$. Für das Randspannungsverhältnis $\gamma = 15$, dem größten überhaupt möglichen Wert, wird der Abstand $x = \frac{h}{2}$ und der Prozentsatz $\varphi = 0$.

Die Formeln (4) und (5) gelten für Platten von der Breite 1. Für andere Breiten B heißen sie

(4a) u. (5a) $h = a_0\sqrt{\frac{M}{B}}$ und $F_e = b_0\sqrt{M \cdot B}$.

Bei der üblichen Berechnungsweise, wo das Biegungsmoment M in $^{\text{cm}}/_{\text{kg}}$ und zwar für Breiten $B = 100$ cm eingeführt wird, lauten die Formeln

(4b) u. (5b) $h = 0{,}1 \cdot a_0\sqrt{M}$ und $F_e = 10 \cdot b_0\sqrt{M}$.

Die Formeln (4), (5) und (6) besitzen die gleichen Eigenschaften, sind von der gleichen Form und ebenso leicht zu handhaben wie die entsprechenden früheren Formeln, wo die Zugspannungen des Betons vernachlässigt wurden. In der nebenstehenden Zahlentafel I sind die Beiwerte a_0 und b_0, der Prozentsatz φ und der Abstand $x = \alpha h$ der neutralen Faser vom Druckrande für verschiedene Annahmen von γ und für verschiedene zu einem bestimmten γ gehörigen Randspannungen σ_z (oder $n \cdot \sigma_z = \sigma_e$) zahlenmäßig ermittelt. Die Wahl von σ_z ist deshalb erfolgt, weil im allgemeinen die Zug- und nicht die Druckfestigkeit des Betons ausgenutzt wird[3]). Die Benutzung der Tafel ist äußerst einfach. Die Tafel kann nach Belieben erweitert werden; kann auch zeichnerisch (sehr lehrreich!) dargestellt werden. Für dazwischenliegende Randspannungen sind die Beizahlen a_0 und b_0 durch Interpolation zu gewinnen.

Beispiel: Zu einem Biegungsmoment $M = 200\,000$ $^{\text{cm}}/_{\text{kg}}$ die zugehörigen Plattenabmessungen zu finden. Die Biege-Zugfestigkeit des Betons, der verwendet werden soll, betrage $k_z = 30$ $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, wovon als zulässige Randspannung zwei Drittel angesetzt werden kann $\sigma_z = \frac{2}{3} \cdot 30 = 20$ $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$. Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig geringe Eisenspannung, hier $\sigma_e = 15 \cdot 20 = 300$ $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, wird man stets die Grenzrandspannung im gezogenen Beton auch auszunutzen suchen. Die in Frage kommenden Werte der Beizahlen a_0 und b_0 sind daher nur in der senkrechten Spalte unter $\sigma_z = 20$ ($\sigma_e = 300$) $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$ zu suchen. Wählt man $\gamma = 8$, dann ist die Randspannung des Betons $\sigma_b = \frac{300}{8} = 37{,}5$ $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$ und es wird mit $a_0 = 0{,}033$, $b_0 = 0{,}0965$ (aus der Tafel)

$$h = 0{,}033\sqrt{200\,000} + 1{,}7 = 16{,}5^{\text{cm}};$$

$$F_e = 0{,}0965\sqrt{200\,000} = 43{,}1^{\text{cm}^2},$$

wobei der Prozentsatz der Bewehrung $\varphi = 2{,}92$.

Wird das andere Mal $\gamma = 13$ gewählt, dann wird die Betondruckspannung am Rande $\sigma_b = \frac{300}{13} = 23{,}0$ $^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$ und man erhält mit $a_0 = 0{,}048$, $b_0 = 0{,}0246$

$$h = 0{,}048\sqrt{200\,000} + 1{,}5 = 23{,}0^{\text{cm}};$$

$$F_e = 0{,}0246\sqrt{200\,000} = 11^{\text{cm}^2},$$

wobei der Prozentsatz der Bewehrung $\varphi = 0{,}513$.

Dieser direkten Berechnungsweise gegenüber und zwar für die zweite Annahme ($\gamma = 13$) liefert der genaue Spannungsnachweis folgende Ergebnisse.

Der Abstand x der neutralen Faser vom oberen Rande (vgl. Abb. 1a) ergibt sich aus der Schwerpunktsbedingung zu

$$x = \frac{23 \cdot 100 \cdot 11{,}5 + 15 \cdot 11 \cdot 21{,}5}{23 \cdot 100 + 15 \cdot 11} = 12{,}2^{\text{cm}};$$

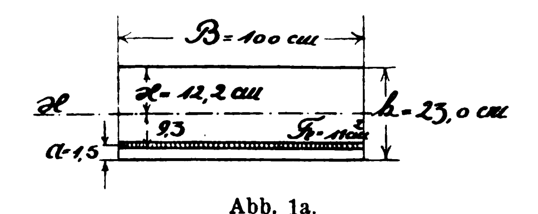


Abb. 1a.

Das Trägheitsmoment J_x beträgt

$$J_x = \frac{100 \cdot 12{,}2^3}{3} + \frac{100 \cdot 10{,}8^3}{3} + 15 \cdot 11 \cdot 9{,}3^2 = 116\,800^{\text{cm}^4};$$

Die Widerstandsmomente W_1 und W_2 sind alsdann

[3]) Unter der Zugfestigkeit ist hier die „Biege — Zugfestigkeit" des Betons zu verstehen, die gegenüber der reinen Zugfestigkeit einen bedeutend höheren (nahezu den doppelten!) Wert besitzt.

Tafel I.

	$\sigma_z =$ 30	25	20	18	16	14	12	10	8	6	$F_e =$	$x =$
	$\sigma_e =$ 450	375	300	270	240	210	180	150	120	90	$\varphi \cdot h$	$\alpha \cdot h$
$\gamma = 5$	$a_0 = 0{,}200$	0,219	0,245	0,258	0,274	0,293	0,316	0,346	0,387	0,447	$\varphi = 6{,}67$	$\alpha = 0{,}75$
	$b_0 = 0{,}0133$	0,0146	0,0164	0,0172	0,0183	0,0195	0,0211	0,0231	0,0258	0,0298	v. H.	
$\gamma = 6$	$a_0 = 0{,}224$	0,245	0,274	0,289	0,306	0,327	0,353	0,388	0,432	0,500	$\varphi = 5{,}01$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}0112$	0,0122	0,0137	0,0144	0,0153	0,0164	0,0177	0,0194	0,0216	0,0250	v. H.	0,715
$\gamma = 7$	$a_0 = 0{,}245$	0,268	0,300	0,316	0,330	0,359	0,387	0,425	0,475	0,550	$\varphi = 3{,}81$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00935$	0,0103	0,0115	0,0121	0,0128	0,0137	0,0148	0,0162	0,0181	0,0210	v. H.	0,683
$\gamma = 8$	$a_0 = 0{,}269$	0,296	0,330	0,348	0,369	0,394	0,426	0,467	0,522	0,602	$\varphi = 2{,}92$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00785$	0,00863	0,00965	0,0103	0,0108	0,0115	0,0124	0,0137	0,0153	0,0176	v. H.	0,652
$\gamma = 9$	$a_0 = 0{,}293$	0,321	0,359	0,378	0,402	0,430	0,465	0,508	0,568	0,656	$\varphi = 2{,}22$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}0065$	0,00712	0,00797	0,0084	0,00892	0,00955	0,0103	0,0113	0,0126	0,0146	v. H.	0,625
$\gamma = 10$	$a_0 = 0{,}316$	0,346	0,388	0,407	0,432	0,462	0,500	0,548	0,612	0,707	$\varphi = 1{,}67$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00527$	0,00578	0,00648	0,00680	0,00721	0,00772	0,00835	0,00918	0,0103	0,0118	v. H.	0,600
$\gamma = 11$	$a_0 = 0{,}339$	0,371	0,415	0,438	0,464	0,497	0,536	0,588	0,657	0,760	$\varphi =$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00412$	0,00451	0,00505	0,00532	0,00563	0,00605	0,00651	0,00715	0,00800	0,00922	1,215 v. H.	0,577
$\gamma = 12$	$a_0 = 0{,}364$	0,400	0,447	0,470	0,500	0,534	0,577	0,632	0,707	0,815	$\varphi =$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00303$	0,00333	0,00372	0,00391	0,00417	0,00443	0,00480	0,00525	0,00590	0,00678	0,833 v. H.	0,556
$\gamma = 13$	$a_0 = 0{,}391$	0,429	0,480	0,505	0,537	0,572	0,618	0,678	0,757	0,875	$\varphi =$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00201$	0,00221	0,00246	0,00260	0,00277	0,00294	0,00318	0,00349	0,00390	0,00450	0,513 v. H.	0,537
$\gamma = 14$	$a_0 = 0{,}417$	0,457	0,513	0,539	0,572	0,612	0,662	0,722	0,807	0,931	$\varphi =$	$\alpha =$
	$b_0 = 0{,}00099$	0,00108	0,00122	0,00128	0,00136	0,00145	0,00158	0,00172	0,00192	0,00222	0,238 v. H.	0,518
$\gamma = 15$	$a_0 = 0{,}447$	0,490	0,548	0,577	0,612	0,654	0,707	0,774	0,865	1,000	$\varphi =$	$\alpha =$
	$b_0 = 0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000 v. H.	0,500

$$W_1 = \frac{116\,800}{12{,}2} = 9600; \quad W_2 = \frac{116\,800}{10{,}8} = 10\,800 \text{ cm}^3;$$

endlich die Randspannungen

$$\sigma_b = \frac{200\,000}{9600} = 21{,}0 \text{ und } \sigma_z = \frac{200\,000}{10\,800} = 18{,}6 \text{ kg/cm}^2.$$

Diese Randspannungen sind etwas kleiner als die Annahmen der direkten Berechnungsweise. Letztere liefert also etwas zu große Abmessungen, d. h. man arbeitet mit ihr **zugunsten** der Sicherheit. Dies rührt davon her, daß bei Herleitung der Formeln die unterhalb der Eisenmitte gelegene kleine Betonschicht a vernachlässigt wurde (vgl. Abb. 1). Der Unterschied in den Ergebnissen verschwindet mit wachsender Höhe h und mit wachsendem Prozentsatz φ fast vollständig. Die Randspannung σ_z kann sogar etwas größer als die Annahme werden.

Man kann noch weitere Werte γ wählen und die zugehörigen Plattenabmessungen leicht ausrechnen. Alsdann sucht man sich diejenige Platte aus, die hinsichtlich ihrer Bauhöhe, der Kosten usw. als die geeignetste erscheint.

Für die Wahl der Plattenabmessungen nach **wirtschaftlichen Gesichtspunkten** sei noch Folgendes bemerkt: Betragen k_b die Kosten für 1 cm³ Beton, k_e die Kosten für 1 cm³ Eisen (einschließlich der Mehrkosten für Abbiegungen, Bügel, Verschnitt usw.), dann betragen die Gesamtkosten K der Plattenflächeneinheit — die Schalung, Stützung und die Deckschicht von der Höhe a kann aus dem Vergleich ausgeschaltet werden —

$$K = k_b \cdot a_0 \sqrt{M} + k_e \cdot b_0 \sqrt{M}.$$

Für ein unveränderliches Biegungsmoment M fällt $\sqrt{M}$ aus dem Kostenvergleich heraus. Die Kosten k_e für 1 cm³ Eiseneinlage ändern sich im allgemeinen wenig und können für den Vergleich ebenfalls als unveränderlich angenommen werden, während die Kosten k_b für 1 cm³ Beton je nach der zu erreichenden Zugfestigkeit σ_z stark wechseln. Sie sind abhängig von der besseren Verarbeitungsweise, der Auswahl besserer Rohstoffe und dem fetteren Mischungsverhältnis (für höher gewählte σ_z). Dem Beispiel sind folgende Preisverhältnisse zugrunde gelegt:

Kosten für 1 t Eisen 200 M. Zuschlag für Abbiegungen usw. 27,5 v. H., so daß 1 cm³ Eisen kostet 0,20 Pf. $= k_e$;

Kosten für 1 m³ Beton

$\sigma_z = 10;\ 15;\ 20;\ 25;\ 30$ kg/cm²

Kosten $= 16{,}0;\ 18{,}0;\ 21{,}0;\ 25{,}0;\ 30{,}0$ M./m³ Beton;

$k_b = 0{,}0016;\ 0{,}0018;\ 0{,}0021;\ 0{,}0025;\ 0{,}0030$ Pf./cm³ Beton.

Die oben stehende Gleichung läßt sich auch schreiben

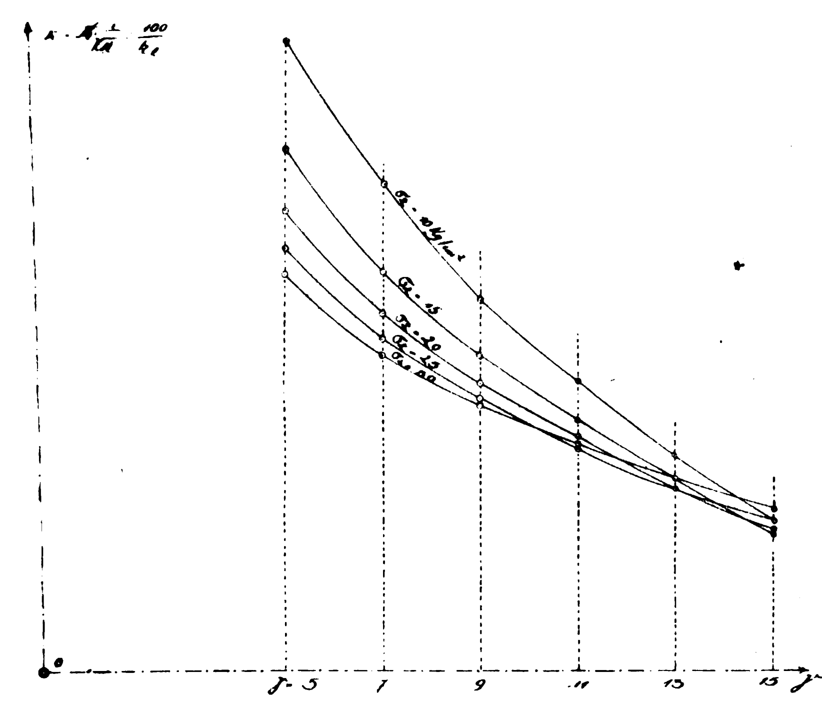
$$k = K \frac{1}{\sqrt{M} \cdot k_e} = \frac{k_b}{k_e} a_0 + b_0.$$

Trägt man mit γ als Längenachse die Werte $K = \frac{k_b}{k_e} a_0 + b_0$ als Höhen auf und verbindet die zu der gleichen Randspannung σ_z zugehörigen Punkte miteinander, so erhält man ein sehr anschauliches Bild (Abb. 2), aus dem der Kostenkleinstwert sogar unter Berücksichtigung verschiedener Einheitskosten für verschiedene Mischungsverhältnisse (verschiedene σ_z) mit

Leichtigkeit herausgelesen werden kann. Bei der geringen Ausnutzung des Eisens und bei unseren jetzigen Preisverhältnissen erhält man, wie Abb. 2 zeigt, den Kostenkleinstwert für sehr kleine Bewehrungsprozente (theor. für $F_e = 0$). Praktisch wird man mit der Eiseneinlage nicht unter einem gewissen Verhältnissatz heruntergehen, außerdem den Querschnitt so gestalten, daß die zulässigen Spannungen auch bei Vernachlässigung (!) der Betonzugfestigkeit nicht überschritten werden.

$$k = \frac{K}{k_e} \cdot \frac{100}{\sqrt{M}} = \left[a_0 \frac{k_b}{k_e} + b_0\right] 100.$$

	$\sigma_z = 10$	15	20	25	30 $^{kg}/_{cm^2}$
$\gamma = 5$	$k =$ 2,586	$k =$ 2,144	$k =$ 1,897	$k =$ 1,733	$k =$ 1,630
$= 7$	1,960	1,640	1,465	1,365	1,302
$= 9$	1,536	1,296	1,174	1,114	1,090
$= 11$	1,185	1,016	0,940	0,915	0,920
$= 13$	0,892	0,783	0,751	0,756	0,786
$= 15$	0,618	0,566	0,575	0,612	0,670



Annahmen:

1) Kosten für 1 t Eisen 200 M.;
Zuschlag zur theor. Eiseneinlage 27,5 v. H.
2) Kosten für 1 m³ Beton
$\sigma_z = 10;\ 15;\ 20;\ 25;\ 30\ ^{kg}/_{cm^2}$
16; 18; 21; 25; 30 M./m³

$k_b = 0{,}0016;\ 0{,}0018;\ 0{,}0021;\ 0{,}0025;\ 0{,}0030$ Pf./cm³ Beton, $k_e = 0{,}20$ Pf./cm³ Eisen.

Abb. 2.

Vorausgesetzt wurde ein unveränderliches Biegungsmoment M. Mit veränderlicher Höhe ändert sich indessen auch das Biegungsmoment (infolge veränderlichen Eigengewichts). Am praktischsten wendet man bei der so überaus einfachen Ermittelung von Höhe h und Eiseneinlage F_e das übliche Probierverfahren an. Man ermittelt für verschiedene σ_z und verschiedene γ die zugehörigen h und F_e — in der Regel dürften wenige Annahmen genügen — und vergleicht die Kosten miteinander.

Es kann aber auch für die Ermittelung des Kostenkleinstwertes ohne und mit Berücksichtigung des Platteneigengewichts genau das gleiche scharfe Verfahren (Differenziermethode) eingeschlagen werden, das Verfasser in dem bereits angezogenen Aufsatz „Die Querschnittsbestimmung von Platten und Plattenbalken nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten" angegeben hat.

Ist die Plattenhöhe h von vornherein gegeben, dann rechnet man sich zunächst die Beizahl a_0 zur Bestimmung der Höhe aus $a_0 = h : \sqrt{M}$ und sucht für eine gewählte Randspannung σ_z die zugehörige Beizahl b_0. Damit ist die Eiseneinlage F_e bestimmt. Genau so verfährt man bei gegebenem F_e. Man ermittelt erst $b_0 = F_e : \sqrt{M}$ und sucht die zugehörige Beizahl a_0 für eine passend gewählte Randspannung σ_z. Ist die Querschnittsgröße F_e nicht zahlenmäßig gegeben, sondern als bestimmter Bruchteil φ des Querschnitts, dann findet man die zueinander gehörigen Werte von a_0 und b_0 auf der wagerechten Reihe der Tafel I, in deren letzter Spalte der gegebene Prozentsatz φ steht. Selbstverständlich kann man für die gegebenen Bedingungen die entsprechenden Formeln auch direkt aufstellen. Die Benutzung der Zahlentafel ist indessen weitaus einfacher.

Sehr interessant ist der Vergleich der Zahlenwerte von a_0 und b_0 mit den früheren Werten a_0 und b_0, gültig für die Berechnung von Platten, bei denen die Betonzugspannungen vernachlässigt sind.

Sind a_0' und b_0' die Beizahlen ohne Berücksichtigung der Betonzugspannungen, a_0'' und b_0'' die Beizahlen mit Berücksichtigung der Betonzugspannungen, dann stellen die Werte $a_0' : a_0''$ und $b_0' : b''$ die Verhältnisse der jeweiligen Querschnitts-Abmessungen dar und geben somit einen guten Ueberblick über die Vermehrung der Kosten bei Berücksichtigung der Betonzugspannungen.

II.

Die beiderseits bewehrte Platte wird wohl nur in seltenen Fällen dann zur Anwendung kommen, wenn die Randspannung im gedrückten Beton einen zu hohen Wert annimmt, wenn sie die zulässige Grenze ohne Druckbewehrung überschreitet. Im allgemeinen wird die Aufnahme von Momenten wechselnden Vorzeichens in dem gleichen Querschnitt die Ursache zu beiderseitiger Bewehrung sein. Man arbeitet etwas zu sicher (zu verschwenderisch), wenn man nach dem im I. Abschnitt beschriebenen Verfahren unter Annahme einer passend gewählten Plattenhöhe h die Eiseneinlage jedesmal für das zugehörige Biegungsmoment M ohne Berücksichtigung der anderen Eiseneinlage ermittelt. In sehr vielen Fällen kann man sich mit diesem Annäherungsverfahren begnügen. Wo es von Wert erscheint, kann man genauer arbeiten.

Zunächst läßt sich der Fall der doppelt bewehrten Platte genau so scharf behandeln wie der Fall der Platte mit einfacher Bewehrung. Für die Breiteneinheit der Platte, also für $B = 1$, habe die Druckbewehrung F_e' mit dem Prozentsatz φ' den Wert $F_e' = \varphi' h$. Alsdann beträgt die Gesamtspannkraft im gedrückten Eisen (vgl. Abb. 3)

$$S_e' = n\,\varphi' h \cdot \sigma_b \frac{x - a'}{x} = n^2\,\varphi' h \cdot \frac{\sigma_z}{\gamma} \cdot \frac{x - a'}{x}$$

und das Moment dieser Kraft in bezug auf die S_e-Linie

$$S_e'\,(h - a') = n^2\,\varphi' h \cdot \frac{\sigma_z}{\gamma} \cdot \frac{x - a'}{x}\,(h - a').$$

Mit $a' = \frac{h}{10}$ und mit Rücksicht auf Gl. (2) geht vorstehende Gleichung über in

$$S_e' (h - a') = n \varphi' \cdot \sigma_z \cdot 0{,}9 \frac{9n - \gamma}{10\gamma} \cdot h^2.$$

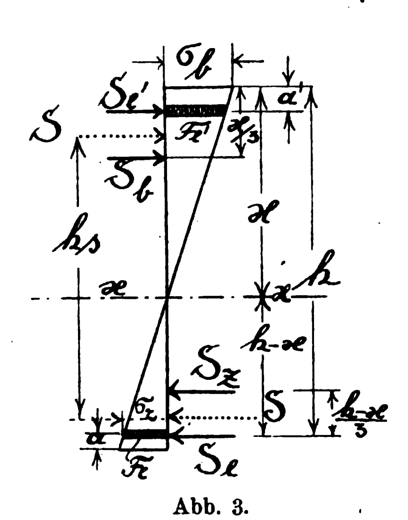


Abb. 3.

Nunmehr erhält man aus dem Moment sämtlicher Kräfte S_e', S_b und S_z (die Ausdrücke für S_b und S_z vgl. Gl. (3) in bezug auf die Linie der Kraft S_e

$$S_e' (h - a') + S_b \left(h - \frac{x}{3}\right) - S_z \left(\frac{h - x}{3}\right) = M$$

$$\sigma_z \cdot n \varphi' \cdot 0{,}9 \frac{9n - \gamma}{10\gamma} h^2 + \sigma_z \frac{n^2 (3\gamma + 2n)}{6\gamma(\gamma + n)^2} h^2 - \sigma_z \frac{\gamma^3}{6\gamma(\gamma + n)^2} h^2 = M$$

die Querschnittshöhe h zu

$$(8) \quad h = \sqrt{\frac{1}{\frac{n^2 (3\gamma + 2n) - \gamma^3}{6\gamma(\gamma + n)^2} + \varphi' \cdot n\, 0{,}9 \frac{9n - \gamma}{10\gamma}} \cdot \frac{1}{\sigma_z}} \cdot \sqrt{M} = a_0 \sqrt{M}.$$

Weiter ist das statische Moment der Kraft S_e', bezogen auf die S_b-Linie

$$S_e' \left(\frac{x}{3} - a'\right) = n \varphi' \cdot \sigma_z \frac{(9n - \gamma)(7n - 3\gamma)}{300 (\gamma + n) \cdot \gamma} h^2,$$

und es errechnet sich aus dem Moment sämtlicher Kräfte in bezug auf die S_b-Linie

$$S_e \left(h - \frac{x}{3}\right) + S_z \cdot \frac{2}{3} h - S_e' \left(\frac{x}{3} - a\right) = M$$

nach Einsetzung der entsprechenden Ausdrücke aus den Gl. (2) und (3) und nach erfolgter Umformung die Eiseneinlage F_e zu

$$(9) \quad F_e = \frac{1}{n(3\gamma + 2n)} \left[\frac{3(\gamma + n)}{a_0 \cdot \sigma_z} - \gamma \cdot a_0 + n \varphi' \cdot a_0 \frac{(9n - \gamma)(7n - 3\gamma)}{100\gamma}\right] \cdot \sqrt{M} = b_0 \sqrt{M}.$$

Die Gleichungen (8) und (9) gelten für Platten von der Breite 1. Für andere Breiten B lauten sie

$$(8\text{a}) \text{ u. } (9\text{a}) \quad h = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}} \text{ und } F_e = b_0 \sqrt{M \cdot B};$$

weiter für ein Biegungsmoment M in $^{\text{cm}}/_{\text{kg}}$, bezogen auf eine Plattenbreite $B = 100^{\text{cm}}$,

$$(8\text{b}) \text{ u. } (9\text{b}) \quad h = 0{,}1 \cdot a_0 \sqrt{M} \text{ und } F_e = 10 \cdot b_0 \sqrt{M}.$$

Der Prozentsatz φ der Bewehrung F_e beträgt

$$(10) \quad \varphi = \frac{b_0}{a_0}.$$

Die Beizahlen a_0 und b_0 lassen sich nunmehr mit Hilfe der Formeln (8) und (9) genau so wie früher berechnen und in einer Tafel (Tafel II) zusammenstellen.

Zu den unabhängigen Veränderlichen γ und σ_z tritt als dritte noch das Prozentverhältnis φ' der Druckbewehrung F_e' hinzu. Man kann sich darauf beschränken, den Unterschied in den Bewehrungsprozenten φ' ziemlich groß zu wählen, weil die Bewehrung F_e' in der Druckzone einen verhältnismäßig geringen Einfluß auf die Beizahlen a_0 und b_0 ausübt. Mit den Annahmen $\varphi' = 0{,}5$, $1{,}0$, $1{,}5$ und $2{,}0$ v. H. kann man sich begnügen. Ein höherer Prozentsatz φ' als 2,0 v. H. dürfte wohl nur selten zur Anwendung kommen. Für drei Randspannungsverhältnisse $\gamma = 8$, $\gamma = 14$ und $\gamma = 20$ als Beispiele sind die Werte a_0 und b_0 in Tafel II mitgeteilt. Für $\varphi' = 0$ können die Zahlenwerte von a_0 und b_0 aus Tafel I entnommen werden, für $\gamma = 15$, d. h. für $\varphi = \varphi'$ oder $F_e = F_e'$ aus der späteren Tafel III. Zum Zwecke der praktischen Anwendung ist die Tafel II entsprechend zu erweitern. Der Gebrauch der Tafel II gestaltet sich nun genau so einfach wie früher, sofern man den Prozentsatz φ' wenigstens annähernd kennt. Auf seine Ermittelung soll später noch näher eingegangen werden.

Etwas einfacher und praktisch vollkommen ausreichend ist das folgende Verfahren zur Bestimmung von h und F_e, das die nachfolgende Tafel IV benutzt. Der anzuwendende Kunstgriff besteht darin, daß an Stelle der wirklichen Plattenbreite B eine Ersatzbreite B' eingeführt wird (Abb. 3a). Die Ersatzbreite B' bestimmt sich

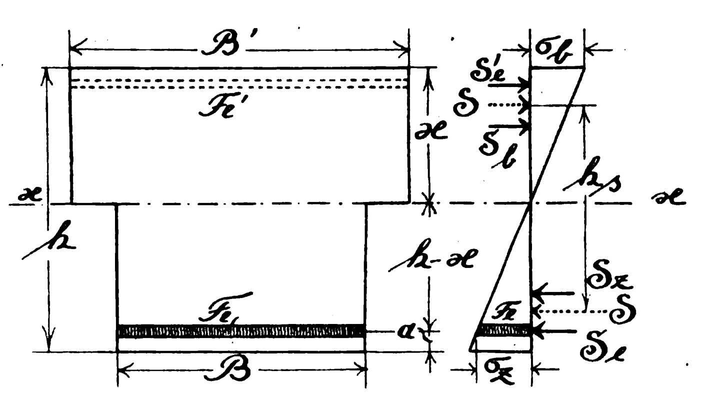


Abb. 3a.

aus der Bedingung, daß das mit der Breite B' (bei ausgeschalteter Eiseneinlage F_e') aufgestellte statische Moment um die S_b- und um die S_e-Linie die gleichen Ergebnisse für h und F_e liefert wie das Moment der ursprünglichen Einzelkräfte S_b, S_e', S_e und S_z. Je nachdem man die Höhe h oder die Eiseneinlage F_e berechnen will, erhält man zwei Ersatzbreiten B_h' und B_{F_e}'.

Das statische Moment der beiden Kräfte S_b und S_e' um die S_e-Linie liefert

$$S_b \left(h - \frac{x}{3}\right) + S_e' (h - a) =$$

$$= \left(h - \frac{x}{3}\right) \sigma_b \cdot \frac{x}{2} \cdot B + n \cdot F_e' \cdot \sigma_b \frac{x - a}{x} \left(\frac{x}{2} \cdot \frac{2}{x}\right) (h - a) \left(\frac{h - {}^x/_3}{h - {}^x/_3}\right) \left(\frac{B}{B}\right)$$

$$= \left(h - \frac{x}{3}\right) \sigma_b \cdot \frac{x}{2} \cdot B \left[1 + \frac{2n F_e'}{B} \cdot \frac{x - a}{x^2} \cdot \frac{h - a}{h - {}^x/_3}\right],$$

woraus die Ersatzbreite

$$(11) \quad B_h' = B \cdot \left[1 + \frac{2n F_e'}{B} \cdot \frac{x - a}{x^2} \cdot \frac{h - a}{h - {}^x/_3}\right] =$$

$$= B \left[1 + \frac{2n F_e'}{B \cdot h} \cdot \varepsilon_h\right] = B \left[1 + 2n \varphi' \cdot \varepsilon_h\right].$$

Für verschiedene Randspannungsverhältnisse γ, zu denen ein bestimmtes $x = \alpha h$ (vgl. Gl. 2) gehört, und mit $a = \frac{h}{10}$ erhält man folgende Zahlenwerte ε_h (s. Tafel IIa)

Tafel II.

		$\sigma_z = 25$				$\sigma_z = 20$				$\sigma_z = 15$				$\sigma_z = 10$				$\sigma_z = 5$ kg/cm²			
		$\varphi' = 0{,}5$	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0 v. H.
$\gamma = 8$	$a_0 =$	0,267	0,244	0,225	0,212	0,298	0,272	0,253	0,237	0,345	0,315	0,292	0,275	0,419	0,385	0,358	0,336	0,598	0,543	0,507	0,475
	$b_0 =$	0,01045	0,0121	0,0137	0,0150	0,0117	0,0136	0,0152	0,0168	0,0134	0,0157	0,0177	0,0193	0,0167	0,0192	0,0215	0,0237	0,0232	0,0272	0,0304	0,0335
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$= 14$	$a_0 =$	0,400	0,360	0,330	0,306	0,448	0,402	0,370	0,342	0,515	0,465	0,427	0,396	0,632	0,579	0,523	0,485	0,895	0,806	0,740	0,685
	$b_0 =$	0,00279	0,00418	0,00534	0,00642	0,00307	0,00465	0,00585	0,00717	0,00366	0,00535	0,00690	0,00827	0,00442	0,0066	0,0084	0,0102	0,0061	0,0093	0,0120	0,0144
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$= 20$	$a_0 =$	0,573	0,499	0,448	0,410	0,641	0,557	0,500	0,458	0,738	0,645	0,578	0,530	0,905	0,789	0,707	0,648	1,280	1,115	1,00	0,917
	$b_0 =$	0	0	0,00051	0,00175	0	0	0,00059	0,00198	0	0	0,00065	0,00222	0	0	0,00082	0,00277	0	0	0,00118	0,00381
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				
$=$	$a_0 =$																				
	$b_0 =$																				

Tafel IIa.

$\gamma =$ 1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\alpha =$ 0,94	0,88	0,790	0,713	0,652	0,600	0,557	0,517	0,484	0,455	0,430	0,406	0,384	0,366	0,350	0,333
$\varepsilon_h =$ 1,235	1,278	1,350	1,422	1,492	1,563	1,632	1,700	1,758	1,818	1,875	1,925	1,985	2,035	2,080	2,130

Nachdem durch Einführung der Ersatzbreite B_h' die Eiseneinlage F_e' aus der Rechnung ausgeschaltet ist, ist die Aufgabe der doppelt bewehrten Platte auf die des einfach bewehrten Plattenbalkens zurückgeführt, bei dem die neutrale Faser durch die untere Plattenkante geht. Das Ergebnis für den Fall der Abb. (5) — d. i. die Gl. (21) — vorweggenommen erhält man mit $B : B_h' = \beta_h$ folgende Formel für die Querschnittshöhe h der beiderseits bewehrten Platte

$$(12)\quad h = \sqrt{\frac{6\gamma(\gamma+n)^2}{\sigma_z[n^2(3\gamma+2n)-\beta_h\cdot\gamma^3]}}\cdot\sqrt{\frac{M}{B_h'}} = a_0\sqrt{\frac{M}{B_h'}}.$$

Das statische Moment aller Kräfte um die S_b-Linie liefert

$$S_e\left(h-\frac{x}{3}\right) = M - S_e'\left(\frac{x}{3}-a\right) - S_z\frac{2}{3}h,$$

$$n\cdot F_e\cdot\sigma_z\frac{3\gamma+2n}{3(\gamma+n)}h = M - nF_e'\sigma_b\frac{x-a}{x}\left(\frac{x}{3}-a\right) - \frac{\sigma_z\cdot\gamma\cdot B}{3\cdot(\gamma+n)}h^2,$$

$$(13)\quad n\cdot F_e\cdot\sigma_z\frac{3\gamma+2n}{3(\gamma+n)}a_0\sqrt{\frac{M}{B_h'}} = M\cdot\left[\left(1-\frac{nF_e'}{M}\sigma_b\cdot h\cdot\varepsilon_{F_e}\right) - \frac{\sigma_z\cdot\gamma a_0^2}{3\cdot(\gamma+n)}\cdot\frac{B}{B_h'}\cdot\frac{\sqrt{B_{F_e}'}}{\sqrt{B_{F_e}'}}\right].$$

Aus der Bezeichnungsweise

$$1-\frac{nF_e'}{M}\cdot\sigma_b\cdot h\frac{x-a}{x}\left(\frac{x}{3}-a\right) = 1-\frac{nF_e}{M}\sigma_b\cdot h\cdot\varepsilon_{F_e} = \sqrt{\frac{B_{F_e}'}{B_h'}}$$

erhält man die Ersatzbreite B_{F_e}'

$$(14)\quad B_{F_e}' = B_h'\left[1-\frac{nF_e'}{M}\sigma_b\cdot h\cdot\varepsilon_{F_e}\right]^2 = B_h'\left[1-n\cdot\sigma_b\frac{\varphi'\cdot B}{M}\cdot h^2\cdot\varepsilon_{F_e}\right]^2,$$

die nach Feststellung der Ausdrücke $\varepsilon_{F_e} = \frac{x-a}{x}\left(\frac{x}{3}-a\right)$ berechnet werden kann, da σ_b nach Annahme und h aus Gl. (12) bereits bekannt sind.

Zu verschiedenen Verhältniswerten γ gehören die folgenden Zahlenwerte ε_{F_e}

Tafel IIb.

$\gamma =$ 1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\varepsilon_{F_e} =$ 0,191	0,171	0,1425	0,1185	0,099	0,0835	0,0705	0,058	0,0485	0,0406	0,033	0,0264	0,0208	0,016	0,0121	0,0077

Führt man noch das Verhältnis $\beta_{F_e} = \frac{B}{\sqrt{B_h'\cdot B_{F_e}'}}$ ein, dann folgt aus Gl. (13) folgende Formel zur Berechnung der Eiseneinlage F_e

$$(15)\quad F_e = \frac{3(\gamma+n)-\sigma_z\cdot\gamma\cdot a_0^2\cdot\beta_{F_e}}{n\cdot\sigma_z(3\gamma+2n)\cdot a_0}\cdot\sqrt{M\cdot B_{F_e}'} = b_0\sqrt{M\cdot B_{F_e}'}.$$

Die Gleichungen (12) und (15) stimmen mit den später abgeleiteten Formeln (21) und (22) für den Plattenbalken der Abb. 5 (neutrale Faser am unteren Plattenrande) überein. Nach Einführung der Ersatzbreiten B_h' (Gl. 11), B_{F_e}' (Gl. 14) und der Verhältniswerte $\beta_h = B : B_h'$ und $\beta_{F_e} = B : (\sqrt{B_h'\cdot B_{F_e}'})$ können doppelt bewehrte Platten wie der einfach bewehrte Plattenbalken der Abb. 5 berechnet werden. Die für diesen gültigen Beizahlen a_0 und b_0 der Tafel IV sind für die Gl. (12) und (15) benutzbar. Die Ersatzbreiten B_h' und B_{F_e}' sind nach Annahme eines oder mehrerer passender Randspannungsverhältnisse γ vorher zu bestimmen. Es genügt dabei vollkommen, den Wert von h in B_h' (Gl. 11) nur zu schätzen, ohne eine zweite verbesserte Rechnung durchzuführen. Das Ergebnis ist trotzdem sehr genau, weil der Einfluß der Druckeiseneinlage F_e' auf die Randspannungen im allgemeinen zurücktritt. Die Eiseneinlage $F_e' = \varphi' h\cdot B$ kann aus dem negativen Biegungsmoment M' bei passend gewählter (und später noch nachzuprüfender) Höhe h der Platte mit Hilfe der Zahlentafel I (unter Vernachlässigung der Druckbewehrung) näherungsweise ermittelt werden. Statt h und F_e' zu ermitteln, kann auch der Prozentsatz φ' — wenn er nicht von vornherein gegeben ist — geschätzt und später verbessert werden.

Zur Anwendung einer beiderseitig bewehrten Platte können zwei Ursachen vorliegen: entweder können in der Platte am oberen und am unteren Rande Zugspannungen auftreten infolge Vorzeichenwechsels zweier nacheinander auftretender Momente. Oder die Bauhöhe kann beschränkt sein, wodurch die Randspannung am gedrückten Betonrande den zulässigen Wert σ_b^0 überschreitet; dadurch wird eine Druckeiseneinlage bedingt. Ueber den ersten Fall ist das Nötige bereits gesagt.

Ist die Bauhöhe h begrenzt, d. h. gegeben, dann kann ohne eine Druckbewehrung die Kantenpressung des Betons das zulässige Maß σ_b^0 überschreiten. Hier führt das folgende vom Verfasser früher angegebene Verfahren schnell zum Ziel[4]). Der Abstand h_s der beiden Mittelkräfte S (vgl. Abb. 3a) ist näherungsweise bekannt; er schwankt zwischen $h_s = 0{,}75 \sim 0{,}9\,h$, ist zunächst zu schätzen; wenn erforderlich, später zu verbessern. Alsdann beträgt die Mittelkraft $S = M : h_s$. Man nimmt die Grenzrandspannungen σ_z^0 und σ_b^0 an. Damit ist der Abstand x der neutralen Faser vom Druckrande gegeben. Von der Mitteldruckkraft $S = M : h_s$ vermag der Beton allein aufzunehmen $S_b = \sigma_b^0\frac{x}{2}B$; den Rest $S_e' = S - S_b$ muß die Druckeiseneinlage aufnehmen, aus welcher Bedingung man die Eiseneinlage F_e' erhält

$$(16)\quad F_e' = S_e\cdot\frac{x}{n\cdot\sigma_b^0\cdot(x-a)} = \left(\frac{M}{h_s}-\sigma_b^0\frac{x}{2}B\right)\frac{x}{n\sigma_b^0\cdot(x-a)};$$

die Zugeiseneinlage ergibt sich aus

$$(17)\quad F_e = \left(\frac{M}{h_s}-\frac{h-x}{2}\sigma_z^0\cdot B\right)\frac{1}{n\cdot\sigma_z^0}.$$

Die Anwendung der beiden letzten Formeln ist so einfach, daß weitere Erläuterungen nicht notwendig sein dürften.

Die wirtschaftlich günstigsten Plattenabmessungen und die zweckmäßigste Bauhöhe beiderseits bewehrter

4) Vgl. E. Elwitz: „Berechnung beiderseits bewehrter oder mit Profileisen versehener Betoneisenträger“ in „Beton und Eisen“ 1905, Heft X/XI.

Platten ergeben sich wieder durch den Vergleich wie im Abschnitt I. Aehnlich, wie dort beschrieben, ist auch zu verfahren, wenn von vornherein bestimmte Bedingungen gegeben sind: feststehende Höhe h oder gegebener Prozentsatz der Eiseneinlagen usw.

Beispiel: Es sind die Plattenabmessungen zu finden für die nacheinander in dem gleichen Querschnitte auftretenden Momente $M = 300\,000$ und $M' = 200\,000$ cm/kg. Der Beton soll von einer solchen Beschaffenheit sein, daß er eine Zugspannung $\sigma_z = 20$ kg/cm² aufzunehmen imstande ist; Grenzrandspannung an der Zugseite also $\sigma_z'' = 20$ kg/cm². Zunächst wäre der Prozentsatz φ' der kleineren Eiseneinlage F_e' infolge des geringeren Biegungsmoments $M' = 200\,000$ cm/kg festzustellen. Vernachlässigt man die Eiseneinlage F_e auf der anderen Seite und wählt dafür zum Ausgleich die Betonzugspannung σ_z etwas höher, etwa 22,5 statt 20 kg/cm², dann erhält man mit dem zu einem möglichst gering angenommenen Prozentsatz $\varphi' = 0{,}238$ zugehörigen Randspannungsverhältnis $\gamma = 14$ und für $\sigma_z = 22{,}5$ kg/m² aus Tafel I die Beizahlen $a_0 = 0{,}0485$, $b_0 = 0{,}0115$ und damit folgende vorläufige Abmessungen

$$h = 0{,}0485 \sqrt{200\,000} + 1{,}8 = 23{,}5 \text{ cm};$$

$$F_e' = 0{,}0115 \sqrt{200\,000} = 5{,}15 \text{ cm}^2.$$

Wie die allgemein geltenden Betrachtungen über wirtschaftliche Abmessungen im 1. Abschnitt ergeben, wird der Einheitspreis der Platte um so geringer, je niedriger der Prozentsatz der Eiseneinlage ist. Nun wird die Querschnittshöhe h aus dem anderen Moment $M = 300\,000$ cm/kg jedenfalls höher ausfallen als wie vorhin aus $M' = 200\,000$ cm/kg berechnet. Infolgedessen wird die Eiseneinlage F_e' kleiner als 5,15 cm² und der Prozentsatz φ' auch kleiner. Aus praktischen und Gründen einer guten Verbundwirkung soll indessen ein Prozentsatz $\varphi' = 0{,}25$ v. H. nicht unterschritten werden. Dieser Wert ist also für vorliegendes Beispiel maßgebend. Allgemein läßt sich hinsichtlich der Bestimmung von φ' noch folgendes anführen: Ist M' nicht wesentlich von M verschieden, dann kann für die Bestimmung eines vorläufigen h die Tafel III (Sonderfall der gleich großen Eiseneinlagen) benutzt werden. Z. B. für $\varphi = 0{,}5$ v. H. und $\sigma_z = 20$ kg/cm² wird $h = 0{,}0482 \sqrt{300\,000} = 26{,}3$ cm. Ist dagegen M' sehr klein gegenüber M, dann benutzt man Tafel I. Der Prozentsatz φ in Tafel III bezieht sich auf $h + a$, in Tafel I nur auf h. Deshalb ist im Vergleich der Prozentsatz φ in Tafel I etwas geringer, $= 0{,}5 \dfrac{9}{10} = 0{,}45$ v. H. anzusetzen. Hierfür beträgt die Beizahl $a_0 = 0{,}04875$ und die Höhe $h = 0{,}04875 \sqrt{300\,000} = 26{,}7$ cm. Als Mittel zwischen 26,3 und 26,7 kann man $h = 26{,}5$ cm setzen. Diese Höhe gegeben und die zweite Eiseneinlage vernachlässigt gedacht, erhält man aus $h : \sqrt{M} = 26{,}5 : \sqrt{200\,000}$ die Beizahl $a_0 = 0{,}0592$. Soll die Grenzrandspannung $\sigma_z^0 = 20$ kg/cm² ausgenutzt

Tafel III.

$\sigma_b = \sigma_z = 30$		25	20	18	16	14	12	10	8	6	4 kg/cm²
$\varphi = \varphi' =$	$a_0 = 0{,}286$	0,314	0,351	0,370	0,392	0,418	0,452	0,496	0,554	0,640	0,782
2,5 v. H.	$b_0 = 0{,}00715$	0,00785	0,00877	0,00925	0,00980	0,0105	0,0113	0,0124	0,0139	0,0161	0,0196
2,0	$a_0 = 0{,}304$	0,334	0,372	0,394	0,417	0,445	0,482	0,528	0,590	0,682	0,832
	$b_0 = 0{,}00608$	0,00668	0,00744	0,00788	0,00834	0,00890	0,00964	0,01056	0,0118	0,01364	0,0166
1,8	$a_0 = 0{,}314$	0,343	0,384	0,404	0,428	0,458	0,495	0,543	0,606	0,700	0,858
	$b_0 = 0{,}00565$	0,00617	0,00691	0,00728	0,00770	0,00825	0,00890	0,00978	0,0109	0,0126	0,0155
1,6	$a_0 = 0{,}323$	0,354	0,396	0,417	0,443	0,473	0,512	0,560	0,624	0,722	0,883
	$b_0 = 0{,}00516$	0,00566	0,00634	0,00666	0,00708	0,00757	0,00820	0,00896	0,0100	0,0116	0,0141
1,4	$a_0 = 0{,}332$	0,364	0,408	0,430	0,456	0,487	0,526	0,575	0,643	0,744	0,910
	$b_0 = 0{,}00464$	0,00510	0,00576	0,00604	0,00637	0,00682	0,00736	0,00805	0,0090	0,0104	0,0128
1,2	$a_0 = 0{,}345$	0,377	0,422	0,443	0,470	0,502	0,543	0,595	0,665	0,770	0,944
	$b_0 = 0{,}00413$	0,00453	0,00506	0,00533	0,00565	0,00603	0,00652	0,00715	0,00800	0,00925	0,0113
1,0	$a_0 = 0{,}356$	0,392	0,435	0,460	0,488	0,522	0,562	0,618	0,692	0,797	0,975
	$b_0 = 0{,}00356$	0,00392	0,00435	0,00460	0,00488	0,00522	0,00562	0,00618	0,00692	0,00797	0,00975
0,8	$a_0 = 0{,}370$	0,407	0,453	0,478	0,508	0,542	0,583	0,642	0,716	0,830	1,015
	$b_0 = 0{,}00296$	0,00325	0,00361	0,00382	0,00407	0,00433	0,00465	0,00513	0,00572	0,00663	0,00813
0,6	$a_0 = 0{,}385$	0,422	0,471	0,498	0,528	0,563	0,609	0,668	0,748	0,862	1,055
	$b_0 = 0{,}00231$	0,00253	0,00283	0,00299	0,00317	0,00338	0,00365	0,00400	0,00448	0,00517	0,00633
0,4	$a_0 = 0{,}403$	0,441	0,493	0,519	0,552	0,592	0,638	0,698	0,781	0,903	1,105
	$b_0 = 0{,}00162$	0,00177	0,00197	0,00208	0,00221	0,00236	0,00257	0,00279	0,00313	0,00361	0,00443
0,2	$a_0 = 0{,}423$	0,464	0,520	0,548	0,579	0,620	0,670	0,733	0,820	0,944	1,116
	$b_0 = 0{,}00085$	0,00094	0,00104	0,00110	0,00116	0,00124	0,00134	0,00147	0,00164	0,00188	0,00232
0,0	$a_0 = 0{,}447$	0,490	0,548	0,577	0,612	0,654	0,707	0,774	0,865	1,000	1,225
	$b_0 = 0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

werden, dann findet man aus Tafel I, daß eine Eiseneinlage F_e' rechnerisch überhaupt nicht erforderlich wird; Mindestprozentsatz daher, wie schon oben festgestellt, hier maßgebend.

Mit $\varphi' = 0{,}25$ v. H. und $\gamma = 14$, d. h. für $\sigma_z = 20$ kg/cm², $\sigma_b = 15 \cdot 20 : 14 = 21{,}5$ kg/cm², erhält man aus Tafel II die Beizahlen $a_0 = 0{,}0480$ und $b_0 = 0{,}0215$; hiermit und mit dem Biegungsmoment $M = 300000$ cm/kg die Abmessungen $h = 0{,}0480 \sqrt{300000} + 1{,}8 = 28{,}0$ cm; $F_e = 0{,}0215 \sqrt{300000} = 11{,}8$ cm²; der Prozentsatz hat den Wert $\varphi = \frac{11{,}8}{28-1{,}8} = 0{,}45$ v. H. Mit $\varphi' = 0{,}25$ v. H. wird die Eiseneinlage $F_e' = 26{,}2 \cdot 0{,}0025 \cdot 100 = 6{,}55$ cm².

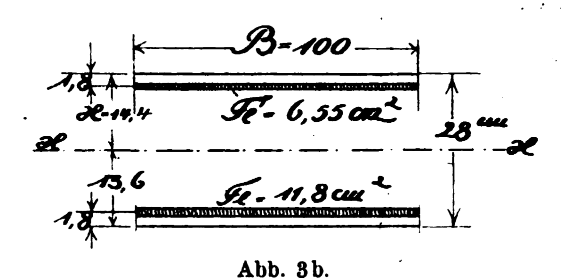


Abb. 3b.

Vorstehenden Querschnitt (Abb. 3b) der indirekten Berechnungsweise zugrunde gelegt, erhält man folgende genaue Randspannungen:

$$x = \frac{100 \cdot 28 \cdot 14 + 15\,(11{,}8 \cdot 26{,}2 + 6{,}55 \cdot 1{,}8)}{100 \cdot 28 + 15\,(11{,}8 + 6{,}55)} = 14{,}4 \text{ cm};$$

$$J_x = \frac{100 \cdot 14{,}4^3}{3} + \frac{100 \cdot 13{,}6^3}{3} + 15 \cdot 11{,}8 \cdot 11{,}8^2 + $$
$$+ 15 \cdot 6{,}55 \cdot 12{,}6^2 = 223000 \text{ cm}^4;$$

$$W_1 = \frac{223000}{14{,}4} = 15500 \text{ cm}^3;\ W_2 = \frac{223000}{13{,}6} = 16300 \text{ cm}^3;$$

$$\sigma_b = \frac{300000}{15500} = 19{,}5 \text{ kg/cm}^2;\ \sigma_z = \frac{300000}{16300} = 18{,}5;$$

$$\sigma_e = 15 \cdot 18{,}5 \frac{11{,}8}{13{,}6} = 241 \text{ kg/cm}^2.$$

Wie der Vergleich zeigt, bleiben die Randspannungen der Annahme $\sigma_b = 21{,}5$ und $\sigma_z = 20$ kg/cm² unterhalb der genauen Werte. Dies rührt wieder von der vernachlässigten Deckschicht a her.

Das gleiche Beispiel mit $M = 300000$ und $M' = 200000$ cm/kg soll noch einmal nach der Methode der Ersatzbreiten B' durchgerechnet werden. Die Grenzrandspannung betrage wieder $\sigma_z^0 = 20$ kg/cm²; das Randspannungsverhältnis gewählt $\gamma = 13$, womit $\sigma_b = 15 \cdot \frac{20}{13} = 23$ kg/cm²; der Prozentsatz φ' als Mindestbewehrung $= 0{,}25$ v. H. Für $\gamma = 13$ entnimmt man der Tafel IIa den Wert $\varepsilon_h = 1{,}67$, womit nach Gl. (11) die Ersatzbreite B_h'

$B_h' = B\,[1 + 2 \cdot 15 \cdot 0{,}0025 \cdot 1{,}67] = 1{,}125\,B$, sodann das Verhältnis $\beta_h = B : B_h' = 1 : 1{,}125 = 0{,}89$.

Aus Tafel IV wird durch Interpolation entnommen für $\beta = 0{,}89$, $\gamma = 13$ und $\sigma_z = 20$ der Beiwert $a_0 = 0{,}0477$, womit die

Querschnittshöhe $h = 0{,}0477 \sqrt{\frac{300000}{1{,}125}} + 1{,}5 = 26$ cm.

Tafel IIb liefert die Verhältniszahl $\varepsilon_{F_e} = 0{,}0643$; damit aus Gl. (14) die Ersatzbreite B_{F_e}'

$$B_{F_e}' = B_h'\left[1 - \frac{15 \cdot 24{,}5 \cdot 0{,}0025 \cdot 100}{300000}\, 23 \cdot 24{,}5 \cdot 0{,}0643\right]^2 =$$
$$= 0{,}98\,B_h' = 0{,}98 \cdot 1{,}125\,B = 1{,}115\,B;$$

$$\text{Verhältnis } \beta_{F_e} = \frac{B}{B\sqrt{1{,}125 \cdot 1{,}115}} = 0{,}895.$$

Tafel IV liefert wieder für $\beta = 0{,}895$; $\gamma = 13$ und $\sigma_z = 20$ die Beizahl $b_0 = 0{,}0316$, womit $F_e = 0{,}0316 \sqrt{300000 \cdot 1{,}115} = 18{,}3$ cm²; $\varphi = 18{,}3 : 24{,}5 = 0{,}75$ v. H.

Der genaue Spannungsnachweis gibt eine gute Uebereinstimmung: $\sigma_b = 21{,}5$ und $\sigma_z = 19{,}7$ kg/cm² gegenüber den angenommenen 23 und 20 kg/cm².

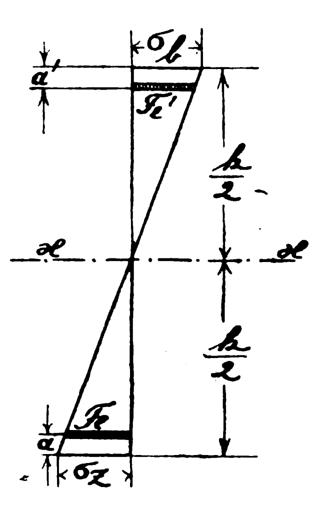


Abb. 4.

Für den wichtigen Sonderfall der Platte mit gleich großen Eiseneinlagen, also für $F_e = F_e'$ oder $\varphi = \varphi'$ kommt die neutrale Faser in halbe Querschnittshöhe zu liegen; es wird (vgl. Abb. 4) $\sigma_z : \sigma_b = 1$ und $\sigma_b = \sigma_z$. Die Querschnittshöhe einschließlich der beiden Deckstärken a und a' sei hier abweichend von der früheren Annahme mit h bezeichnet. Mit $F_e = F_e' = \varphi \cdot h$ und für eine Plattenbreite $B = 1$ beträgt das Widerstandsmoment $W = \frac{1 \cdot h^2}{6} + 2n \cdot \varphi h \left(\frac{h}{2} - a\right)^2 \cdot \frac{2}{h}$;

es geht mit $a = \frac{h}{10}$ über in

$$W = \frac{h^2}{6} + n \cdot \varphi \cdot 0{,}64\,h^2 = \left(\frac{1}{6} + 0{,}64\,n \cdot \varphi\right) h^2.$$

Weiter ist $W = \frac{M}{\sigma}$, womit man erhält

$\sigma\left(\frac{1}{6} + 0{,}64 \cdot n \cdot \varphi\right) \cdot h^2 = M$; hieraus endlich

$$(18)\quad h = \sqrt{\frac{1}{\sigma_z} \cdot \frac{1}{\frac{1}{6} + 0{,}64 \cdot n \cdot \varphi}} \cdot \sqrt{M} = a_0 \sqrt{M} \text{ und}$$

$$(19)\quad F_e = F_e' = \varphi \cdot h = \varphi \cdot a_0 \sqrt{M} = b_0 \sqrt{M}.$$

Für andere Breiten B der Platte als 1 heißen die Formeln

$$(18\text{a}) \text{ u. } (19\text{a})\quad h = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}} \text{ und } F_e = F_e' = b_0 \sqrt{M \cdot B};$$

für ein Biegungsmoment M in cm/kg bei Plattenbreiten $B = 100$ cm

$$(18\text{b}) \text{ u. } (19\text{b})\quad h = 0{,}1 \cdot a_0 \sqrt{M} \text{ und } F_e = F_e' = 10 \cdot b_0 \sqrt{M}.$$

Für verschiedene Randspannungen $\sigma_z = \sigma_b$ und für verschiedene Bewehrungsverhältnisse $\varphi = \varphi'$ sind mit dem üblichen Verhältniswert $n = 15$ aus den Gl. (18) und (19) die Zahlenwerte a_0 und b_0 ermittelt und in Zahlentafel III eingetragen. Mit passend gewählter Randspannung σ_z und für ein angemessenes Bewehrungsprozent $\varphi = \varphi'$ erfolgt die Benutzung der Tafel genau so wie früher (vgl. Beispiel).

Beispiel: Unter Berücksichtigung der Betonzugspannungen sind für ein Biegungsmoment $M = \pm 175000$ cm/kg die Plattenabmessungen zu finden. Der Beton soll von einer solchen Beschaffenheit sein, daß eine Betonzugspannung $\sigma_z = 18$ kg/cm² zugelassen werden kann.

Gewählt wird einmal ein Bewehrungsverhältnis $\varphi = \varphi' = 1{,}6$ v. H. Die Zahlentafel III liefert für diese Annahme die Beizahlen

$$a_0 = 0{,}0417 \text{ und } b_0 = 0{,}0666,$$

mit deren Hilfe man die Plattenabmessungen erhält

$$h = 0{,}0417 \sqrt{175000} = 17{,}5 \text{ cm};$$
$$F_e = F_e' = 0{,}0666 \sqrt{175000} = 27{,}8 \text{ cm}^2.$$

Tafel IV.

γ	β	$\sigma_b = 25$ $\sigma_e = 375$	20 300	15 225	10 150	5 $^{kg}/_{cm^2}$ 75 "	φ	α
$\gamma = 5$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}218$ $b_0 = 0{,}0159$	0,244 0,0178	0,282 0,0205	0,345 0,0251	0,488 0,0355	7,28 v. H.	0,750
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}2185$ $b_0 = 0{,}0155$	0,2445 0,0173	0,2825 0,0200	0,3455 0,0244	0,489 0,0346	7,08	0,750
	1,0	$a_0 = 0{,}219$ $b_0 = 0{,}0146$	0,245 0,0164	0,283 0,0189	0,346 0,0231	0,490 0,0327	6,67	0,750
	2	$a_0 = 0{,}2205$ $b_0 = 0{,}01285$	0,2465 0,0144	0,2845 0,0166	0,3485 0,0203	0,493 0,0287	5,83	0,750
	4	$a_0 = 0{,}2235$ $b_0 = 0{,}00932$	0,2495 0,01038	0,2880 0,0120	0,3540 0,0148	0,498 0,0207	4,17	0,750
$\gamma = 7$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}267$ $b_0 = 0{,}0123$	0,298 0,0137	0,345 0,0159	0,423 0,0195	0,598 0,0276	4,61	0,683
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}268$ $b_0 = 0{,}0117$	0,300 0,0130	0,346 0,0151	0,425 0,0185	0,600 0,0261	4,35	0,683
	1,0	$a_0 = 0{,}269$ $b_0 = 0{,}0103$	0,301 0,0115	0,347 0,0133	0,426 0,0162	0,603 0,0230	3,81	0,683
	2	$a_0 = 0{,}274$ $b_0 = 0{,}00754$	0,307 0,00845	0,355 0,0098	0,433 0,0119	0,613 0,0169	2,75	0,683
	4	$a_0 = 0{,}283$ $b_0 = 0{,}00178$	0,317 0,00199	0,366 0,00230	0,448 0,00281	0,635 0,00398	0,627	0,683
$\gamma = 9$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}314$ $b_0 = 0{,}0099$	0,350 0,0111	0,404 0,0128	0,496 0,0157	0,700 0,0221	3,16	0,625
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}317$ $b_0 = 0{,}00905$	0,353 0,0101	0,408 0,0116	0,500 0,0143	0,707 0,0202	2,85	0,625
	1,0	$a_0 = 0{,}321$ $b_0 = 0{,}00712$	0,358 0,00796	0,415 0,00922	0,508 0,0113	0,717 0,0160	2,22	0,625
	2	$a_0 = 0{,}331$ $b_0 = 0{,}00323$	0,370 0,00360	0,427 0,00416	0,524 0,0051	0,742 0,00722	0,975	0,625
	4	$a_0 = 0{,}349$ $b_0 = 0$	0,391 0	0,452 0	0,553 0	0,782 0	0	0,625

γ	β	$\sigma_b = 25$ $\sigma_e = 375$	20 300	15 225	10 150	5 $^{kg}/_{cm^2}$ 75 "	φ	α
$\gamma = 11$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}359$ $b_0 = 0{,}00812$	0,402 0,00908	0,462 0,0104	0,568 0,0129	0,802 0,0182	2,26 v. H.	0,577
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}364$ $b_0 = 0{,}00696$	0,406 0,00775	0,469 0,00896	0,575 0,0110	0,812 0,0155	1,91	0,577
	1,0	$a_0 = 0{,}371$ $b_0 = 0{,}00451$	0,416 0,00505	0,481 0,00583	0,589 0,00715	0,835 0,01015	1,215	0,577
	2	$a_0 = 0{,}394$ $b_0 = 0$	0,440 0	0,508 0	0,622 0	0,880 0	0	0,577
	4	$a_0 = 0{,}450$ $b_0 = 0$	0,502 0	0,578 0	0,710 0	1,018 0	0	0,577
$\gamma = 13$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}404$ $b_0 = 0{,}00676$	0,453 0,00756	0,524 0,00875	0,640 0,0107	0,905 0,0151	1,67	0,537
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}413$ $b_0 = 0{,}00530$	0,461 0,00592	0,532 0,00682	0,652 0,00836	0,922 0,0119	1,285	0,537
	1,0	$a_0 = 0{,}428$ $b_0 = 0{,}00220$	0,480 0,00246	0,553 0,00285	0,677 0,00348	0,957 0,00492	0,513	0,537
	2	$a_0 = 0{,}469$ $b_0 = 0$	0,524 0	0,606 0	0,742 0	1,050 0	0	0,537
	4	$a_0 = 0{,}603$ $b_0 = 0$	0,674 0	0,779 0	0,955 0	1,350 0	0	0,537
$\gamma = 15$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}449$ $b_0 = 0{,}00562$	0,502 0,00628	0,579 0,00725	0,712 0,00890	1,008 0,0126	1,250	0,500
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}463$ $b_0 = 0{,}00386$	0,517 0,00430	0,597 0,00498	0,730 0,00608	1,037 0,00865	0,833	0,500
	1,0	$a_0 = 0{,}490$ $b_0 = 0$	0,548 0	0,633 0	0,777 0	1,097 0	0	0,500
	2	$a_0 = 0{,}567$ $b_0 = 0$	0,633 0	0,730 0	0,893 0	1,265 0	0	0,500
	4	$a_0 = 0{,}980$ $b_0 = 0$	1,095 0	1,265 0	1,550 0	2,195 0	0	0,500

Tafel IV (Fortsetzung).

γ	β	$\sigma_z = 25$ / $\sigma_e = 375$	20 / 300	15 / 225	10 / 150	5 $^{kg}/_{cm^2}$ / 75 "	φ	α
$\gamma = 20$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}568$ $b_0 = 0{,}00338$	0,637 0,00379	0,737 0,00438	0,897 0,00534	1,272 0,00756	0,595 v. H.	0,428
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}602$ $b_0 = 0{,}000717$	0,674 0,000802	0,778 0,000925	0,952 0,00113	1,350 0,00161	0,119	0,428
	1,0	$a_0 = 0{,}692$ $b_0 = 0$	0,775 0	0,895 0	1,095 0	1,550 0	0	0,428
$\gamma = 25$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}697$ $b_0 = 0{,}00165$	0,779 0,00185	0,898 0,00213	1,105 0,00262	1,560 0,00369	0,237	0,375
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 0{,}778$ $b_0 = 0$	0,870 0	1,008 0	1,231 0	1,743 0	0	0,375
	1,0	$a_0 = 1{,}095$ $b_0 = 0$	1,225 0	1,415 0	1,735 0	2,455 0	0	0,375
$\gamma = 30$	$\beta = \frac{1}{4}$	$a_0 = 0{,}843$ $b_0 = 0$	0,941 0	1,088 0	1,330 0	1,883 0	0	0,333
	$\frac{1}{2}$	$a_0 = 1{,}020$ $b_0 = 0$	1,142 0	1,318 0	1,615 0	2,280 0	0	0,333
	1,0	$a_0 = \infty$ $b_0 = 0$	—	—	—	—	0	0,333

Soll das Bewehrungsprozent $\varphi = \varphi'$ nur 0,4 v. H. betragen, dann wird mit der alten Randspannung $\sigma_b = \sigma_z = 18$ $^{kg}/_{cm^2}$

$$a_0 = 0{,}0519 \text{ und } b_0 = 0{,}0208,$$

womit sich die Plattenabmessungen ergeben

$$h = 0{,}0519 \sqrt{175\,000} = 21{,}5^{\,cm} \text{ und}$$

$$F_e = F_e' = 0{,}0208 \sqrt{175\,000} = 8{,}7^{\,cm^2}.$$

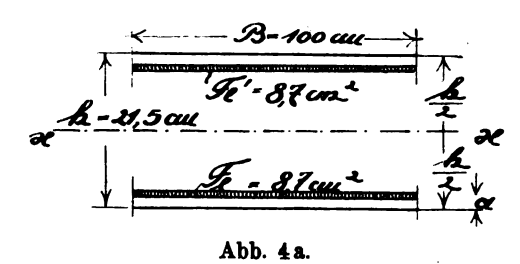


Abb. 4a.

Für diesen zuletzt erhaltenen Querschnitt (Abb. 4a) liefert die indirekte Berechnungsweise folgende genaue Randspannungen:

$$x = \frac{h}{2} = 10{,}75^{\,cm},$$

$$J_x = \frac{100 \cdot 21{,}5^3}{12} + 2 \cdot 15 \cdot 8{,}7 \cdot 9{,}0^2 = 84\,000 + 21\,000 =$$

$$= 105\,000^{\,cm^4},$$

$$W = \frac{105\,000 \cdot 2}{21{,}5} = 9800^{\,cm^4},$$

$$\sigma_b = \sigma_z = \frac{175\,000}{9800}\, 17{,}9\ ^{kg}/_{cm^2};$$

$$\sigma_e = 15 \cdot 17{,}9\, \frac{9{,}0}{10{,}75} = 225\ ^{kg}/_{cm^2}.$$

Die eben errechnete Spannung $\sigma_z = 17{,}9$ $^{kg}/_{cm^2}$ stimmt fast vollständig mit der angenommenen von 18 $^{kg}/_{cm^2}$ überein. Kleinere Abweichungen können vorkommen infolge der Annahme, daß die Stärke a der Deckschicht gerade $\frac{h}{10}$ betragen soll. Bei sehr kleinen Höhen h kann diese Annahme etwas zu hohe, bei größeren Höhen h etwas zu kleine Randspannungen σ_z liefern.

III.

Beim **einseitig bewehrten Plattenbalken**, wie später auch bei dem mit doppelter Bewehrung, sind zwei Fälle zu unterscheiden: Die neutrale Faser fällt mit dem unteren Plattenrande zusammen (oder liegt in dessen Nähe); zweitens sie fällt aus der Platte heraus, liegt im Steg. Der Fall, daß die x-Achse in die Platte selbst zu liegen kommt — also $x <$ Plattenstärke d — kann genau genug nach dem ersten Fall behandelt werden; die in der Platte unterhalb der neutralen Faser auf dem Streckenunterschied $B - b$ wirkenden Betonzugspannungen können wegen ihrer Bedeutungslosigkeit vernachlässigt werden.

Fall I. Fällt die Nullinie in den unteren Plattenrand, dann wird $d = x = \frac{n \cdot h}{\gamma + n}$ und die Mittelkräfte S der inneren Spannungen werden ausgedrückt durch

$$(20) \quad \begin{cases} S_b = \frac{n \cdot \sigma_z}{2\gamma} \cdot \frac{nh}{\gamma + n} \cdot B, \\ S_z = \frac{\sigma_z}{2} \cdot \frac{\gamma \cdot h}{\gamma + n} \cdot b, \\ S_e = n \cdot \sigma_z \cdot F_e. \end{cases}$$

Wird das Moment sämtlicher Mittelkräfte der inneren Spannungen in bezug auf die Kraftlinie S_e dem äußeren Kraftmoment M gleichgesetzt, so führt dies zu der Gleichung

$$S_b\left(h - \frac{x}{3}\right) - S_z \frac{h-x}{3} = M,$$

die mit Bezug auf Gl. (2) und (20) übergeht in

$$\frac{n\sigma_z}{2\gamma} \cdot \frac{nh}{\gamma+n} \cdot B \frac{3\gamma+2n}{3(\gamma+n)} h - \frac{\sigma_z}{2} \cdot \frac{\gamma \cdot h}{\gamma+n} \cdot b \cdot \frac{\gamma h}{3(\gamma+n)} = M.$$

Führt man noch das Verhältnis $b : B = \beta$ ein, so folgt

$$\frac{n^2 \sigma_z (3\gamma + 2n)}{6\gamma(\gamma+n)^2} h^2 - \frac{\sigma_z \cdot \gamma^3 \cdot \beta}{6\gamma(\gamma+n)^2} h^2 = \frac{M}{B}, \text{ hieraus endlich}$$

$$(21) \quad h = \sqrt{\frac{6\gamma(\gamma+n)^2}{\sigma_z[n^2(3\gamma+2n) - \gamma^3 \cdot \beta]}} \cdot \sqrt{\frac{M}{B}} = a_0 \cdot \sqrt{\frac{M}{B}}.$$

Bezieht man andrerseits die inneren Spannkräfte auf die Kraftlinie S_b, so folgt (vgl. Abb. 5)

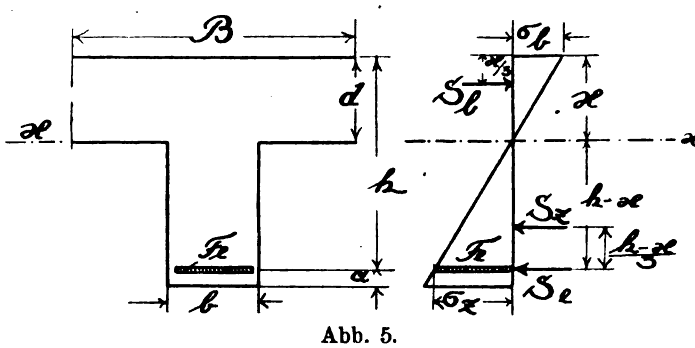


Abb. 5.

$$S_e\left(h - \frac{x}{3}\right) + S_z \frac{2}{3} h = M,$$

$$n\sigma_z \cdot F_e \frac{3\gamma+2n}{3(\gamma+n)} \cdot h + \frac{\sigma_z}{2} \cdot \frac{\gamma h}{\gamma+n} \cdot \frac{2}{3} h \cdot \beta B = M$$

und mit $h = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}}$

$$n \cdot \sigma_z \cdot F_e \frac{3\gamma+2n}{3(\gamma+n)} a_0 \sqrt{\frac{M}{B}} = M\left(1 - \frac{\sigma_z \cdot \gamma \cdot \beta}{3(\gamma+n)} \cdot \frac{B \cdot a_0^2}{B}\right),$$

woraus

$$(22) \quad F_e = \frac{3(\gamma+n) - \sigma_z \cdot \gamma \cdot \beta \cdot a_0^2}{n\sigma_z(3\gamma+2n)a_0} \cdot \sqrt{M \cdot B} = b_0 \cdot \sqrt{M \cdot B}.$$

Bei einem Prozentverhältnis φ der Bewehrung (bezogen auf die Breiteneinheit der Druckzone) beträgt die Eiseneinlage $F_e = \varphi \cdot h \cdot B$, woraus

$$\varphi = \frac{F_e}{h} \cdot \frac{1}{B} = \frac{b_0}{a_0},$$

welcher Wert nach Einführung der Ausdrücke von a_0 und b_0 aus den Gl. (21) und (22) übergeht in

$$(23) \quad \varphi = \frac{n^2(3\gamma+2n) - \beta[\gamma^3 + 2\gamma^2(\gamma+n)]}{2n\gamma(\gamma+n)(3\gamma+2n)} = \frac{b_0}{a_0}.$$

Der Prozentsatz φ ist also nur abhängig von dem Randspannungsverhältnis γ und von der Verhältniszahl β, nicht von der Randspannung σ_z; hat also für alle σ_z der gleichen wagerechten Reihe (vgl. Zahlentafel IV) den gleichen Zahlenwert.

Für verschiedene Verhältnisse γ der Randspannungen, für verschiedene Breitenverhältnisse β und verschiedene Randspannungen σ_z sind die Beiwerte a_0 und b_0, die zur Berechnung von h und F_e dienen, ferner der Prozentsatz φ der Bewehrung und der Abstand $x = \alpha h$ nach den Gl. (21), (22), (23) und (2) berechnet und in Tafel IV niedergelegt. Der praktische Gebrauch der Tafel wird sehr erleichtert, wenn diese durch eine engere Teilung von β und eingeschaltete γ und σ_z noch erweitert wird. Die Tafel gibt ein vorzügliches Mittel in die Hand — je nach der Wahl von γ, β und σ_z — schnell die verschiedensten Querschnitte aufzustellen, sie miteinander zu vergleichen und den nach jeder Richtung brauchbarsten herauszugreifen. Die Breite B wird im allgemeinen gegeben sein, so daß die zweckmäßigste Stegbreite b aus verschiedenen Annahmen von β folgt. Gleiche Querschnittshöhe h und unveränderliches Biegungsmoment M vorausgesetzt, lassen unsere jetzigen Preisverhältnisse von Eisen und Beton eine möglichst große Stegbreite b wirtschaftlich wünschenswert erscheinen. Doch wächst einerseits mit der größeren Stegbreite das Eigengewicht und damit das Biegungsmoment, andrerseits wird b aus praktischen, architektonischen und anderen Gründen begrenzt sein. Der unmittelbare Vergleich verschiedener Querschnitte führt hier am schnellsten zum Ziel. Wie die Stegbreite b wird auch die Plattenstärke d in der Regel von vornherein festliegen. Man hat daher am Schluß jeder Rechnung noch nachzuprüfen, ob die gemachte Annahme des Zusammenfallens der unteren Plattenkante mit der Nullinie annähernd zutrifft. Man kann die Höhe h aus dieser Bedingung direkt erhalten. Aus $d = x = \frac{n}{\gamma+n} h$ folgt die Querschnittshöhe zu

$$(24) \quad h = \frac{\gamma+n}{n} d = \frac{d}{\alpha}.$$

Nimmt man ein Randspannungsverhältnis γ an, dann ist die Höhe h durch Gl. (24) bestimmt. Der Beiwert a_0, der für eine möglichst große Betonzugspannung ($\sigma_z = \sigma_z^0$) in den Reihen des gewählten γ unter σ_z zu suchen ist, ergibt sich aus $a_0 = \sqrt{\frac{B}{M}} \cdot h$, womit auch der zugehörige Beiwert b_0 und das Verhältnis β, d. h. die Stegbreite $b = \beta \cdot B$, gefunden sind.

Es können aber auch F_e, φ oder β von Anfang an festgelegt sein. Wie dann zu verfahren, ist früher schon wiederholt dargelegt worden.

Für den Fall, daß die Platte gezogen, der Steg gedrückt wird, z. B. bei Ueberzügen (Abb. 5b) hat man einfach einen Buchstabenwechsel vorzunehmen. Die Stegbreite ist dann mit B, die Plattenbreite mit b zu bezeichnen. Aus diesem Grunde sind für β in Tafel IV echte wie unechte Brüche aufgenommen. Der Prozentsatz φ bezieht sich immer wieder auf die **gedrückte** Breiteneinheit (hier die Stegbreite).

Der Plattenbalken mit neutraler Faser am unteren Plattenrande kann in sehr einfacher Weise auch anders berechnet werden (vgl. Gl. 33a).

Beispiel 1. Gegeben ist das Biegungsmoment $M = 350\,000$ cm/kg; weiter die Plattenbreite $B = 120$ cm, die Plattendicke $d = 12$ cm (vgl. auch Abb. 5a) und die

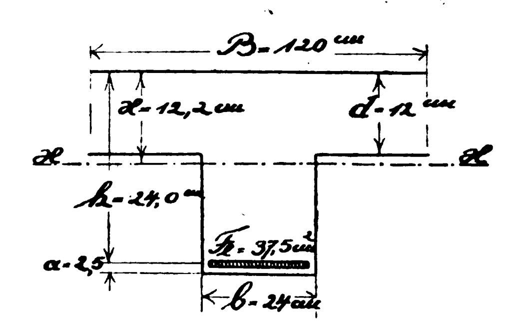


Abb. 5a.

zulässige Betonspannung $\sigma_z^0 = 25$ kg/cm². Wählt man z. B. die Randspannungsverhältnisse $\gamma = 13$ und $\gamma = 15$, dann erhält man die Querschnittshöhe h aus Gl. (24) zu $h = \frac{\gamma+n}{n} 12$ und mit nunmehr gegebener Höhe h die Beizahl a_0 aus $a_0 = h \sqrt{B : M}$; ferner die zugehörige Beizahl b_0, das Prozentverhältnis φ und das Breitenverhältnis β aus Tafel IV. Also für

$$\gamma = 13; \quad \gamma = 15$$

$$\sigma_b = \frac{n \cdot \sigma_z}{\gamma} = \frac{15 \cdot 25}{\gamma} = \quad 28{,}8 \ ; \quad 25{,}0 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$$

$$h = \frac{\gamma + n}{n} 12 = \frac{\gamma + 15}{15} 12 = \quad 22{,}4 \ ; \quad 24{,}0^{\text{cm}}$$

$$a_0 = h \sqrt{B:M} = h \sqrt{\frac{120}{350\,000}}$$

$$= 0{,}0185\ h = 0{,}414; \quad 0{,}445$$

$$\beta = \quad \frac{1}{2} \ ; \quad \sim \frac{1}{5}$$

$$b = \beta \cdot B = \beta \cdot 120 \quad 60 \ ; \quad 24^{\text{cm}}$$

$$\varphi = \quad 1{,}285; \sim 1{,}30 \text{ v. H.}$$

$$b_0 = \varphi \cdot a_0 = \quad 0{,}00532; \ 0{,}00578$$

$$F_e = b_0 \sqrt{M \cdot B} = b_0 \sqrt{350\,000 \cdot 120} = 34{,}5; \ 37{,}5^{\text{cm}^2}.$$

Hiermit sind für die beiden gewählten Randspannungsverhältnisse γ alle Querschnittsabmessungen gegeben. Der Querschnitt mit $\gamma = 15$ (Abb. 5a) sei für den vorliegenden Zweck brauchbar und möge noch einer Nachprüfung unterzogen werden.

$$x = \frac{120 \cdot 12 \cdot 6 + 14{,}5 \cdot 24 \cdot 19{,}25 + 15 \cdot 37{,}5 \cdot 24}{120 \cdot 12 + 14{,}5 \cdot 24 + 15 \cdot 37{,}5} = 12{,}2^{\text{cm}},$$

$$J_x = \frac{120 \cdot 12{,}2^3}{3} + \frac{24 \cdot 14{,}3^3}{3} + 15 \cdot 37{,}5 \cdot 11{,}8^2 = 175\,000^{\text{cm}^4};$$

$$W_1 = \frac{175\,000}{12{,}2} = 14\,350^{\text{cm}^3}; \ W^2 = \frac{175\,000}{11{,}8} = 14\,850^{\text{cm}^3};$$

$$\sigma_b = \frac{350\,000}{14\,350} = 24{,}5 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2} \text{ gegenüber der Annahme } \sigma_b = 25 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2};$$

$$\sigma_z = \frac{350\,000}{14\,850} = 23{,}5 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2} \text{ gegenüber der Annahme } \sigma_z = 25 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

Vorstehendes σ_z ist für die Schicht der Eiseneinlage berechnet; die Randspannung ist etwas höher $= 23{,}5 \dfrac{14{,}3}{11{,}8} = 28{,}5 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$. Bei Plattenbalken mit verhältnismäßig geringen Stegbreiten (b nur ein Bruchteil von B) ist der Einfluß der vernachlässigten Deckschicht a noch geringer wie bei Platten. Andrerseits gilt die Spannung σ_z der Formeln und Tabellen für die Schicht der Eisenmittellinie. Die Betonzugspannung am Rande ist etwas größer als die vorhin erwähnte Spannung σ_z. Mithin ist letztere immer etwas unterhalb der Grenzspannung σ_z^0 anzusetzen. Ein Abschlag von 10 v. H. dürfte im allgemeinen für Plattenbalken ausreichen.

Beispiel 2. Gegeben ein Biegungsmoment $M = 230\,000 \ {}^{\text{cm}}/_{\text{kg}}$; weiter gegeben die Plattenstärke am Untergurt des Ueberzuges $d = 14^{\text{cm}}$, die Plattenbreite $b = 90^{\text{cm}}$ (vgl. auch Abb. 5b) und das Breiten-

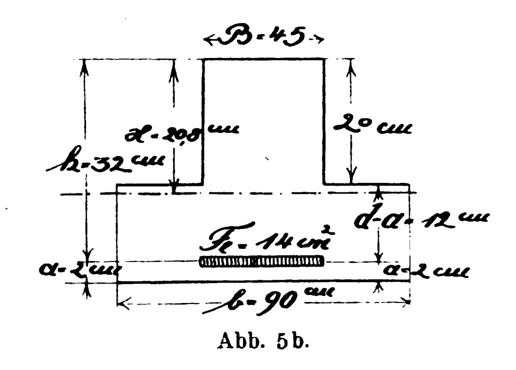


Abb. 5b.

verhältnis $\beta = b : B = 2{,}0$. Die Stegbreite wird hiernach $B = \dfrac{90}{2{,}0} = 45^{\text{cm}}$. Beispielsweise sei die Rechnung für die zwei Randspannungsverhältnisse $\gamma = 9$ und $\gamma = 11$ durchgeführt. Der Beiwert a_0 wird wieder aus $a_0 = h \cdot \sqrt{B:M}$ gefunden, die Höhe h selbst aus Gl. (24), die umgeformt ergibt $h = (d - a) \cdot \dfrac{\gamma + n}{\gamma}$. Alle übrigen Werte sucht man alsdann in der Tafel IV. Also für

$$\gamma = \quad 9; \quad 11$$

$$h = \frac{\gamma + n}{\gamma}\left(d - a\right) = 12 \cdot \frac{\gamma + 15}{\gamma} = 32; \quad 28{,}5^{\text{cm}}$$

$$a_0 = h \sqrt{B:M} = h \sqrt{\frac{45}{230\,000}} =$$

$$0{,}0140\ h = 0{,}448; \quad 0{,}398$$

$$\varphi = \quad 0{,}975; \quad 0$$

$$b_0 = \quad 0{,}00436; \quad 0$$

$$F_e = b_0 \sqrt{M \cdot B} = b_0 \sqrt{230\,000 \cdot 45} = 14{,}0; \quad 0^{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_z = \quad 14{,}0; \quad \sim 25 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_b = \frac{n \cdot \sigma_z}{\gamma} = \frac{15 \cdot \sigma_z}{\gamma} = \quad 23{,}5; \quad 34{,}2 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$$

Mit Vorstehendem sind für $\gamma = 9$ und $\gamma = 11$ die Querschnittsabmessungen gegeben. Für $\gamma = 11$ kann der Querschnitt erst dadurch brauchbar gemacht werden, daß er einen Mindestprozentsatz an Eisen erhält. Der Ausführung zugrunde gelegt werden sollen die Abmessungen für $\gamma = 9$ (Abb. 5b); sie mögen noch einer Nachprüfung unterworfen werden:

$$x = \frac{20 \cdot 45 \cdot 10 + 14 \cdot 90 \cdot 27 + 15 \cdot 14 \cdot 32}{20 \cdot 45 + 14 \cdot 90 + 15 \cdot 14} = 20{,}8^{\text{cm}},$$

$$J_x = \frac{45 \cdot 20{,}8^3}{3} + \frac{90 \cdot 13{,}2^3}{3} + 15 \cdot 14 \cdot 11{,}2^2 = 230\,000^{\text{cm}^4},$$

$$W_1 = \frac{230\,000}{20{,}8} = 11\,100 \text{ und } W_2 = \frac{230\,000}{13{,}2} = 17\,400^{\text{cm}^3},$$

$$\sigma_b = \frac{230\,000}{11\,100} = 21{,}0 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2} \text{ (Annahme 23,5)},$$

$$\sigma_z = \frac{230\,000}{17\,400} = 13{,}2 \ {}^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2} \text{ (Annahme 14,0)}.$$

Der Einfluß der vernachlässigten Deckschicht a ist bei Ueberzügen etwas größer als bei gewöhnlichen Platten, indessen immer zugunsten der Sicherheit.

Fall II. Fällt die neutrale Faser erheblich aus der Platte in den Steg hinaus, dann erhält man Formeln der gleichen Art wie in den vorhergehenden Abschnitten nach folgendem Verfahren. Die Ergebnisse sind sehr genau. Es kann daher davon abgesehen werden, das noch genauere Verfahren, wie es bei Vernachlässigung der Betonzugspannungen eingeschlagen ist, auch hier zu verwenden. Mathematische Schwierigkeiten sind zwar keine vorhanden, doch sind die Schlußformeln weniger einfach und praktisch weniger gut zu verwenden.

Die Abmessung von Mitte Eiseneinlage bis Mitte Platte sei mit h' bezeichnet (vgl. Abb. 6) und die hier

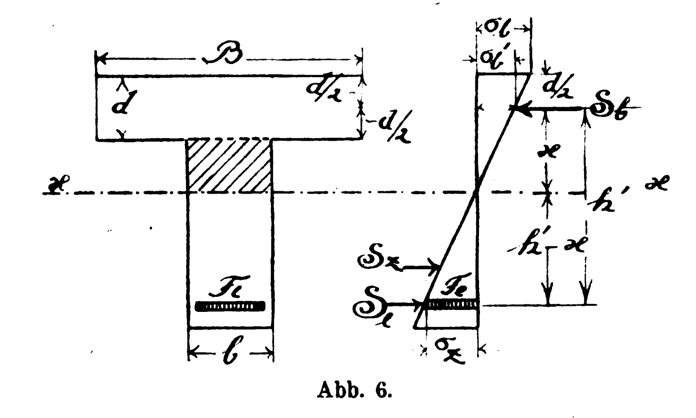


Abb. 6.

auftretende Druckspannung mit σ_b', während die Randspannung nach wie vor σ_b, die gesamte Höhe h heißen soll. Es beträgt somit

(25) $$h = h' + \frac{d}{2} \text{ und } \sigma_b = \sigma_b' \frac{x + \frac{d}{2}}{x}.$$

In der Regel dürfte die Randspannung σ_b im gedrückten Beton nur in Ausnahmefällen die Grenzrandspannung (zulässige Spannung) erreichen, ihre Ermittelung läßt sich daher meist erübrigen. Die Mittelkraft S_b soll genau genug in Plattenmitte angreifen; sie liegt in Wirklichkeit etwas höher. Weiter sollen die Spannungen in der gedrückten (in Abb. 6 schraffierten) Stegfläche vernachlässigt werden. Diese beiden Ungenauigkeiten sind von untergeordneter Bedeutung, erhöhen übrigens nur die Sicherheit.

Das Spannungsverhältnis γ' bezieht sich abweichend von der früheren Annahme auf die Spannung σ_b', also $\gamma' = \frac{\sigma_e}{\sigma_b'}$. Alsdann betragen die Mittelkräfte der inneren Spannungen

(26) $$\begin{cases} S_b = \dfrac{n \cdot \sigma_z}{\gamma'} \cdot d \cdot B, \\ S_z = \dfrac{\sigma_z}{2} \dfrac{\gamma' h'}{\gamma' + n} \cdot b, \\ F_e = n\, \sigma_z \cdot F_e. \end{cases}$$

Aus der Momentengleichung der auf die S_e-Linie bezogenen Kräfte

$$S_b \cdot h' - S_z \frac{h' - x}{3} = M$$

folgt mit Rücksicht auf die Gl. (26) und (2) und nach Einführung der Verhältniswerte $\beta = b : B$ und $\delta = d : h'$

$$\frac{n \sigma_z}{\gamma'} \cdot \delta \cdot B \cdot h'^2 - \frac{\sigma_z \cdot \gamma'^2}{6(\gamma' + n)^2} \beta \cdot B \cdot h'^2 = M, \text{ woraus}$$

(27) $$h' = \sqrt{\frac{6\gamma'(\gamma' + n)^2}{[6n(\gamma' + n)^2 \cdot \delta - \gamma'^3 \cdot \beta]\, \sigma_z}} \cdot \sqrt{\frac{M}{B}} = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}}.$$

Die Momentengleichung sämtlicher Kräfte in bezug auf die S_b-Kraftlinie lautet

$$S_e \cdot h' + S_z \left(h' - \frac{h' - x}{3}\right) = M \text{ oder}$$

$$n \sigma_z \cdot F_e \cdot h' + \frac{\sigma_z \cdot \gamma' h'}{2(\gamma' + n)} \beta \cdot B \cdot \frac{2\gamma' + 3n}{3(\gamma' + n)} h' = M.$$

Setzt man $a_0 \sqrt{\frac{M}{B}}$ für h' entspr. Gl. (27), so folgt

$$n \sigma_z \cdot F_e\, a_0 \sqrt{\frac{M}{B}} = M\left(1 - \frac{\sigma_z \gamma' (2\gamma' + 3n)}{6(\gamma' + n)^2} \beta\, a_0^2\right), \text{ endlich}$$

(28) $$F_e = \frac{6(\gamma' + n)^2 - \sigma_z \gamma' (2\gamma' + 3n) \beta\, a_0^2}{\sigma_z \cdot n \cdot 6(\gamma' + n)^2 \cdot a_0} \cdot \sqrt{M \cdot B} = b_0 \sqrt{M \cdot B}.$$

Wird der Ausdruck b_0 durch a_0 geteilt, so folgt der Prozentsatz φ der Bewehrung, bezogen auf die Höhe h', zu

(29) $$\varphi = \frac{6n(\gamma' + n)^2 \cdot \delta - [\gamma'^3 + \gamma'^2 (2\gamma' + 3n)] \cdot \beta}{6n\gamma'(\gamma' + n)^2} = \frac{b_0}{a_0}.$$

Auch hier ist der Prozentsatz φ nicht abhängig von der Randspannung σ_z, hat also für alle σ_z bei sonst unveränderlichem γ', β und δ den gleichen Wert.

Tafel V enthält als Beispiel für $\gamma = 15$ die zu den vier Veränderlichen γ, σ_z, β und δ zugehörigen Beizahlen a_0 und b_0, den Prozentsatz φ (bezogen auf die Höhe h') und den Abstand $x = \alpha h'$, berechnet nach den Gl. (27), (28), (29) und (2). Sind sämtliche Veränderlichen γ, σ_z, β und δ frei wählbar, dann können verschiedene Querschnitte schnell ermittelt, der brauchbarste durch Vergleich herausgewählt werden.

Im allgemeinen sind die Plattenbreite B sowie die Plattenstärke d von vornherein gegeben. Man nimmt dann eine passende Balkenhöhe h an, womit sich die Beizahl a_0 errechnet aus $\left(h - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{B}{M}} = a_0$ und der Verhältniswert δ aus $\delta = d : \left(h - \frac{d}{2}\right)$. Nun sucht man für verschieden gewählte σ_z und β die zugehörigen Beizahlen b_0, womit auch die F_e gegeben. Es steht frei, noch weitere Höhenannahmen zu machen. Der Vergleich liefert den brauchbarsten von allen diesen so aufgestellten Querschnitten. Dabei ist zu beachten, daß gemäß gemachter Voraussetzung die Nullinie überall aus der Platte herauszufallen hat. Es ist $x = \alpha h$ und $d = \delta \cdot h$. Wählt man γ, dann gibt die letzte Spalte von Tafel V das zugehörige α an. Der Vergleich von α mit δ entscheidet, ob Fall I oder II vorhanden ist.

Weitere von vornherein gegebene Bedingungen sind wie früher zu behandeln.

Ein Ueberzug (Zug in der Platte und Druck im Stege), bei dem die neutrale Faser aus der Platte erheblich herausfällt, dürfte wohl nur selten vorkommen. Im allgemeinen wird die Fläche der Platte in Verbindung mit

Tafel V.

γ'	β	δ		$\sigma_z = 25$, $\sigma_e = 375$	20 / 300	15 / 225	10 / 150	5 / 75	φ	α
$\gamma' = 15$	$\beta = \frac{1}{4}$	$\delta = \frac{1}{4}$	$a_0 =$	0,409	0,458	0,528	0,647	0,913	1,25 v. H.	0,500
			$b_0 =$	0,00512	0,00573	0,00660	0,00810	0,0114		
		$\frac{1}{6}$	$a_0 =$	0,505	0,566	0,654	0,800	1,132	0,694	0,500
			$b_0 =$	0,00351	0,00393	0,00454	0,00550	0,00787		
	$\beta = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$a_0 =$	0,419	0,468	0,540	0,662	0,933	0,833	0,500
			$b_0 =$	0,00349	0,00390	0,00450	0,00552	0,00777		
		$\frac{1}{6}$	$a_0 =$	0,523	0,588	0,677	0,828	1,172	0,277	0,500
			$b_0 =$	0,00145	0,00163	0,00188	0,00229	0,00325		
	$\beta = 1{,}0$	$\frac{1}{4}$	$a_0 =$	0,438	0,490	0,567	0,693	0,980	0	0,500
			$b_0 =$	0	0	0	0	0		
		$\frac{1}{6}$	$a_0 =$	0,567	0,633	0,732	0,894	1,265	0	0,500
			$b_0 =$	0	0	0	0	0		

Eiseneinlage den Schwerpunkt (die x — Achse) sehr weit nach der Platte oder in diese hineinziehen. Unter Vernachlässigung der Betonzugspannungen im Steg (schraffierte Fläche) erhält man mit den Beizeichnungen

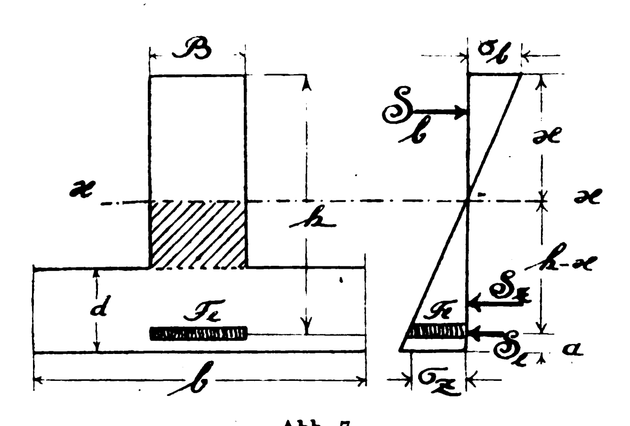


Abb. 7.

der Abb. 7 und mit $\beta = b : B$, $\delta = (d - a) : h$ die nachstehenden Formeln zur Berechnung der Querschnittshöhe h und der Eiseneinlage F_e

$$(30)\quad h = \sqrt{\frac{12\gamma(\gamma+n)^2}{2n^2(3\gamma+2n) - 3\beta\cdot\delta^2(\gamma+n)^2(2\gamma-\delta\gamma-\delta n)}\cdot\frac{1}{\sigma_z}}\cdot\sqrt{\frac{M}{B}} = a_0\sqrt{\frac{M}{B}}.$$

$$(31)\quad F_e = \frac{12\gamma(\gamma+n) - \delta\cdot\beta\cdot\sigma_z(2\gamma-\delta\gamma-\delta\cdot n)(6\gamma+4n-3\delta\cdot\gamma-3\delta n)\cdot a_0^2}{4n\cdot\sigma_z\cdot\gamma(3\gamma+2n)\cdot a_0}\sqrt{M\cdot B} = b_0\sqrt{M\cdot B}.$$

Im Bedarfsfalle läßt sich mit Hilfe dieser Formeln eine entsprechende Zahlentafel für a_0 und b_0 aufstellen.

Weitaus einfacher und für die Praxis vollkommen ausreichend ist das folgende Näherungsverfahren. Die Kraft S_b (vgl. Abb. 8) wird wieder in Plattenmitte und die Druckspannungen der schraffierten Stegfläche werden vernachlässigt gedacht; beides Annahmen von untergeordneter Bedeutung und zugunsten der Sicherheit. Die Bezeichnungen h', σ_b' und $\gamma' = \sigma_e : \sigma_b'$ haben die gleiche Bedeutung wie bei dem vorangegangenen genaueren Verfahren. Die beiden Kräfte S_e und S_z in der Zugzone sind nicht weit voneinander entfernt. Weil S_z im allgemeinen kleiner als S_e ist, und zwar um so kleiner, je schmaler die Stegbreite b und je geringer das Randspannungsverhältnis γ', deshalb wird die Mittelkraft S aus S_e und S_z der Kraft S_e ziemlich naherücken. Der Abstand h_s der beiden Mittelkräfte S voneinander liegt zwischen 0,85 h' und 1,0 h' und kann genau genug geschätzt werden. Ganz genau beträgt $h_s = h' - z$

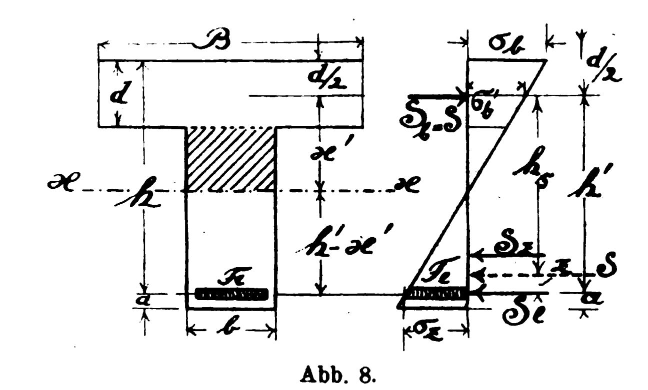


Abb. 8.

(vgl. Abb. 8), wobei der Wert z aus der noch folgenden Formel (35) berechnet werden kann.

Mit gewähltem Randspannungsverhältnis γ' und gewählter Betonzugspannung σ_z (in Höhe der Eiseneinlage) erhält man aus der Momentengleichung

$$\frac{n\cdot\sigma_z}{\gamma'}B\cdot d\cdot h_s = M \text{ die Entfernung}$$

$$(32)\quad h_s = \frac{\gamma'\cdot M}{n\cdot\sigma_z\cdot d\cdot B}; \text{ damit die Höhen}$$

$$(33)\quad h' = h_s + z \text{ und } h = h' + \frac{d}{2}.$$

Die Eiseneinlage F_e folgt aus der Gleichung

$$n\,\sigma_z\cdot F_e + b\cdot\frac{\sigma_z}{2}\alpha_1 h' = \frac{M}{h_s} \text{ zu}$$

$$(34)\quad F_e = \left(\frac{M}{h_s} - b\,\frac{\sigma_z}{2}\,\alpha_1 h'\right)\frac{1}{n\,\sigma_z};$$

α_1 hat nach Gl. (2) den Wert $\frac{\gamma'}{\gamma'+n}$ und kann für verschiedene γ' aus nachfolgender Tafel Va entnommen werden.

Die Entfernung z bekommt man aus den beiden Beziehungen

$$z = \frac{S_z}{S}\cdot\frac{\alpha_1 h'}{3} = \frac{h_s}{M}\sigma_z\cdot\frac{b}{6}\alpha_1^2\cdot h'^2 \text{ und } z + h_s = h' \text{ zu}$$

$$(35)\quad z = \frac{A\cdot h_s^3}{1 - 2A h_s^2}, \text{ worin } A = \frac{\sigma_z\cdot b}{6\cdot M}\alpha_1^2.$$

Die Werte α_1^2 sind für verschiedene γ' folgender Tafel zu entnehmen:

Tafel Va.

$\gamma' =$ 4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\alpha_1 =$ 0,210	0,287	0,348	0,400	0,443	0,483	0,516	0,545	0,570	0,594	0,616	0,634	0,650	0,666
$\alpha_1^2 =$ 0,0441	0,0820	0,121	0,160	0,197	0,233	0,266	0,296	0,323	0,352	0,378	0,402	0,422	0,442

Der Ausdruck von z (Gl. 35) ist außer von σ_z und γ' noch abhängig von der Stegbreite b. Auf die Höhe h' hat indessen die Stegbreite b nur einen untergeordneten Einfluß, so daß praktisch die Höhe h des Querschnitts ohne Rücksicht auf b festgestellt werden kann. Dagegen ist die Stegbreite b von entscheidendem Einfluß auf die Größe der Eiseneinlage F_e (vgl. Gl. 34).

Mit verschiedenen Annahmen von σ_z, γ' und b können verschiedene Querschnitte aufgestellt werden, deren brauchbarster durch den Vergleich herausgesucht wird.

Das Näherungsverfahren kann auch für den Fall I, wo neutrale Faser mit unterer Plattenkante zusammenfällt, angewendet werden, wenn man statt $\frac{d}{2}$ den Wert $\frac{d}{3}$ setzt; Querschnittshöhe h also

$$(33\text{a})\ (32\text{a})\quad h = h' + \frac{d}{3};\ h' = h_s + z \text{ und } h_s = \frac{4\gamma' M}{3\cdot n\cdot\sigma_z\cdot d\cdot B};$$

z wie in Gl. (35).

Für die Eiseneinlage bleibt Formel (34) unverändert.

Beispiel. Gegeben ein Biegungsmoment $M = 1\,200\,000$ cm/kg, die Plattenbreite $B = 110$ cm und die Plattenstärke $d = 12$ cm. Die Betonrandspannung soll

22 bis 23 $^{kg}/_{cm^2}$ betragen, so daß für σ_r in Höhe der Eiseneinlageschicht 20 $^{kg}/_{cm^2}$ angesetzt werden kann. Das Beispiel wird durchgerechnet für das Randspannungsverhältnis $\gamma' = 16$. Für andere γ' ist die Rechnung im Bedarfsfalle entsprechend zu gestalten. Mit Gl. (32) erhält man $h_s = \frac{16 \cdot 1\,200\,000}{15 \cdot 20 \cdot 12 \cdot 110} = 48{,}5^{\text{ cm}}$.

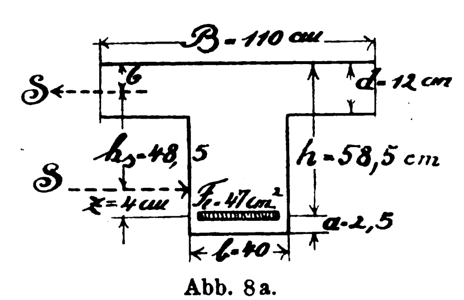


Abb. 8a.

Die Breite b des Steges soll im Höchstfalle 40 ^{cm} betragen, welches Maß gewählt wird. Mit $h_s = 48{,}5$ und $b = 40^{\text{ cm}}$ wird nach Gl. (35) $A = \frac{20 \cdot 40 \cdot 0{,}266}{6 \cdot 1\,200\,000} = 0{,}00003$ und $z = 4^{\text{ cm}}$. Mithin

$$h' = 48{,}5 + 4 = 52{,}5^{\text{ cm}};\; h = 52{,}5 + 6 = 58{,}5^{\text{ cm}}.$$

Die Eiseneinlage erhält man nach Gl. (34) zu

$$F_e = \left(\frac{1\,200\,000}{48{,}5} - 40\frac{20}{2} \cdot 0{,}517 \cdot 52{,}5\right)\frac{1}{15 \cdot 20} = 47^{\text{ cm}^2}.$$

Dabei betragen die vorausgesetzten Randspannungen

$$\sigma_b = \frac{15 \cdot 20}{16} \cdot \frac{0{,}483 \cdot 52{,}5 + 6}{0{,}483 \cdot 52{,}5} = 23{,}2 \text{ und}$$

$$\sigma_z = 20\,\frac{0{,}517 \cdot 52{,}5 + 2{,}5}{0{,}517 \cdot 52{,}5} = 21{,}8\ ^{kg}/_{cm^2},$$

denen gegenüber der genaue Spannungsnachweis liefert $\sigma_b = 21{,}0$ und $\sigma_z = 20{,}5$ $^{kg}/_{cm^2}$.

Nach dem gleichen Näherungsverfahren läßt sich der **Ueberzug** mit den Bezeichnungen der Abb. 9 wie folgt behandeln. Die Mittelkraft sämtlicher innerer Spannungen

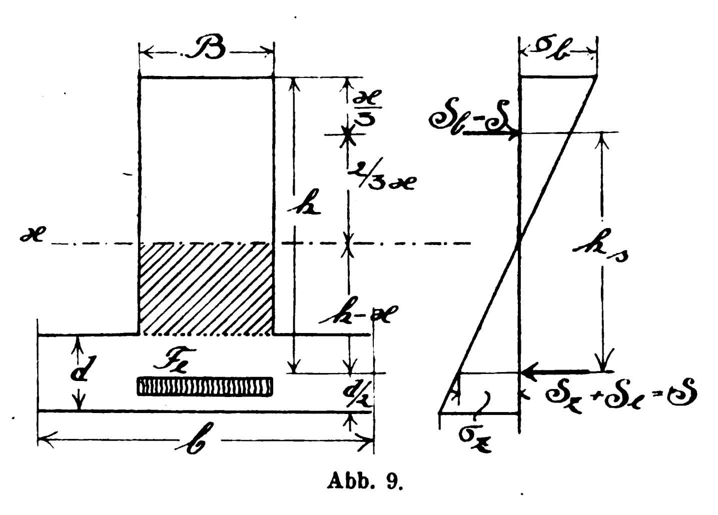


Abb. 9.

in der Zugzone kann hinreichend genau in Plattenmitte angreifend angenommen werden. Alsdann bekommt man aus der Momentengleichung

$$S_b \cdot h_s = M,$$

$$\frac{n\,\sigma_z}{2 \cdot \gamma} \cdot \frac{n \cdot h}{\gamma + n} \cdot B \cdot \frac{3\,\gamma + 2\,n}{3\,(\gamma + n)} \cdot h = M$$

die Querschnittshöhe h zu

$$(36)\quad h = \sqrt{\frac{1}{\sigma_z} \frac{\gamma\,(\gamma + n)^2 \cdot 6}{n^2\,(3\,\gamma + 2\,n)}} \cdot \sqrt{\frac{M}{B}} = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}},$$

worin der Ausdruck für a_0 genau so lautet wie bei Platten unter Vernachlässigung der Betonzugfestigkeit. Die Zahlenwerte a_0 können daher aus der in „Beton und Eisen" Heft 1, 1905 enthaltenen Zahlentafel entnommen werden.

$$\text{Gesamtquerschnittshöhe} = a_0 \sqrt{\frac{M}{B}} + \frac{d}{2}.$$

Aus der zweiten Momentengleichung

$$(S_e + S_z) \cdot h_s = M,$$

$$n\,\sigma_z \cdot F_e + d \cdot b\,\sigma_z = \frac{M}{h_s} = \frac{M}{\left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) h}$$

ergibt sich die Eiseneinlage

$$(37)\quad F_e = \left(\frac{M}{\left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) h} - d \cdot b \cdot \sigma_z\right) \frac{1}{n \cdot \sigma_z}.$$

Je nach der Wahl von γ, σ_z und B erhält man verschiedene, miteinander vergleichbare Querschnitte.

Auch beim Ueberzug läßt sich das Verfahren auf Fall I (neutrale Faser fällt mit dem inneren Plattenrand zusammen, Abb. 9a) ausdehnen. Die Mittelkraft $S = S_e + S_z$ wird in dem unteren Drittel der Platte angreifend angesetzt, an welcher Stelle die Betonzugspannung mit σ_z bezeichnet sein möge.

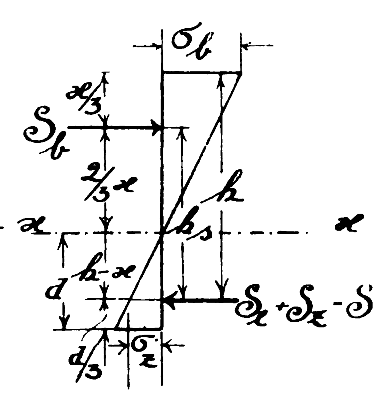


Abb. 9a.

Für die Höhe h gilt Gl. (36) ohne weiteres; nur ist $\frac{d}{3}$ statt $\frac{d}{2}$ zu h dazuzuschlagen, um die Gesamtquerschnittshöhe zu erhalten. Für die Eiseneinlage F_e geht Gl. (37) über in

$$(37\text{a})\quad F_e = \left(\frac{M}{h\left(1 - \frac{\alpha}{3}\right)} - d \cdot b \cdot \sigma_z \cdot \frac{3}{4}\right) \frac{1}{n \cdot \sigma_z} \frac{h - x}{h - x + \frac{d}{3} - a}.$$

Die Randspannung des gezogenen Betons ist höher als σ_z und zwar gleich $\frac{3}{2}\,\sigma_z$.

B e i s p i e l. Gegeben das Biegungsmoment $M = 800\,000$ $^{cm}/_{kg}$; die Plattenbreite $b = 100^{\text{ cm}}$; die Plattenstärke $d = 9^{\text{ cm}}$. Die Stegbreite B ist frei wählbar, soll mit 50 ^{cm} angenommen werden. Die Betonrandspannung der Zugseite darf 20 $^{kg}/_{cm^2}$ nicht überschreiten; σ_z kann daher mit $\sim$ 17 $^{kg}/_{cm^2}$ angesetzt werden. Die Rechnung

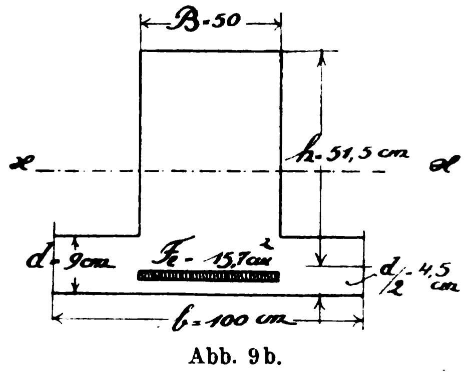


Abb. 9b.

sei durchgeführt mit $\gamma = 10$, wozu $\alpha = 0{,}6$; $\alpha_1 = 0{,}4$ und $\sigma_b = \frac{15 \cdot 17}{10} = 25{,}5$ $^{kg}/_{cm^2}$ gehören. Für $\gamma = 10$ und $\sigma_z = 17$ beträgt $a_0 = 0{,}404$ und $h = 0{,}404$ $\sqrt{800\,000 : 50} = 51{,}5^{\text{ cm}}$; Gesamtquerschnittshöhe $= 51{,}5$

$+\frac{9}{2} = 56$ cm. Hebelarm $h_s = 51{,}5\left(1-\frac{0{,}6}{3}\right) = 41{,}2$ cm, womit nach Gl. (37) die Eiseneinlage

$$F_e = \left(\frac{800\,000}{41{,}2} - 9\cdot 100\cdot 17\right)\frac{1}{15\cdot 17} = 15{,}7\ \text{cm}^2.$$

Der genaue Spannungsnachweis des vorstehend bestimmten, in Abb. 9b skizzierten Querschnitts ergibt

$$\sigma_b = 25{,}3 \text{ und } \sigma_z = 18{,}8\ \text{kg/cm}^2$$

gegenüber den Annahmen

$$\sigma_b = 25{,}5 \text{ und } \sigma_z = 20\ \text{kg/cm}^2.$$

IV.

Liegt im beiderseits bewehrten Plattenbalken die Druckzone in der Platte, die Zugzone im Steg (Abb. 10a und 11a), dann spielt die Eiseneinlage F_e', in der Regel bedingt durch ein Biegungsmoment entgegengesetzten Vorzeichens, auf die Lage der Nullinie und auf die Größe der Randspannungen eine mehr untergeordnete Rolle; dies wegen der großen Fläche der gedrückten Platte im Verhältnis zur Eisenfläche F_e'. Wird der Steg gedrückt (Abb. 10b und 11b), dann ist der Einfluß von

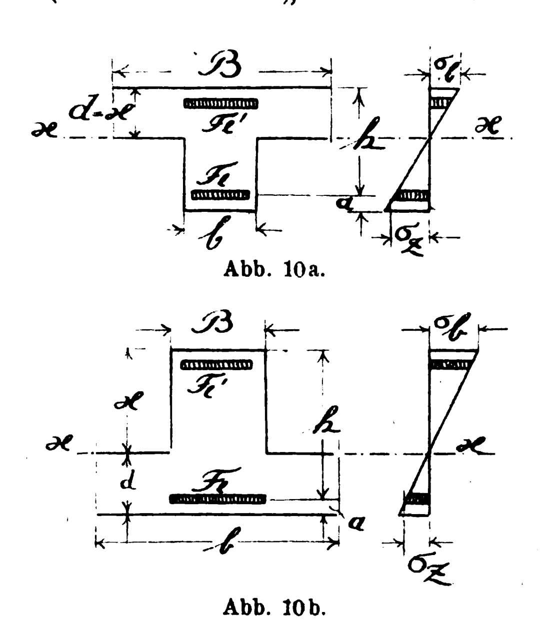


Abb. 10a.

Abb. 10b.

F_e' von größerem Einfluß auf die Querschnittshöhe h wie auf die Eiseneinlage F_e. In beiden Fällen kann man sich sehr oft damit begnügen, die Eiseneinlage F_e' einfach zu vernachlässigen; d. h. es sind die Formeln und Tafeln des III. Abschnittes ohne weiteres zu benutzen. Es geschieht dies zugunsten der Sicherheit. Beim Plattenbalken (Abb. 10a und 11a) dürfte die Druckfestigkeit des Betons selten ausgenutzt werden. Beim Ueberzug (Abb. 10b und 11b) kann man, wenn erforderlich, eine das zulässige Maß (σ_b^0) überschreitende Randspannung σ_b so von vornherein voraussetzen, daß die Druckeiseneinlage F_e' die Randspannung unter oder auf das zulässige Maß herunterdrückt; vgl. auch das bei den Formeln (16) und (17) entwickelte Verfahren.

Sehr einfach und praktisch vollkommen ausreichend wird die Eiseneinlage F_e' dadurch berücksichtigt, daß an Stelle der wirklichen Druckbreite B die **Ersatzbreite** B' eingeführt wird, welche die Eiseneinlage F_e' in der Rechnung ausschaltet. Für die einzelnen Fälle bestimmt sich die Ersatzbreite wie folgt:

Fall I. Neutrale Faser fällt mit dem inneren Plattenrande zusammen. Plattenbalken und Ueberzug besitzen die gleichen Formeln für die Ersatzbreite B'_h zur Berechnung der Höhe und für die Ersatzbreite B'_{F_e} zur Ermittelung der Eiseneinlage F_e. Die Formeln lauten wie Gl. (11) und (14) der beiderseits bewehrten Platte

(38) $B'_h = B\,[1 + 2n\varphi'\cdot\varepsilon_h]$ und $\beta_h = b : B'_h$;

(39) $B'_{F_e} = B\left[1 - n\,\sigma_b\frac{\varphi' B_h^2}{M}\cdot\varepsilon_{F_e}\right]^2$ und $\beta_{F_e} = \frac{b}{\sqrt{B'_h\cdot B'_{F_e}}}$.

Die Werte für ε_h und ε_{F_e} können den Tafeln IIa und IIb entnommen werden.

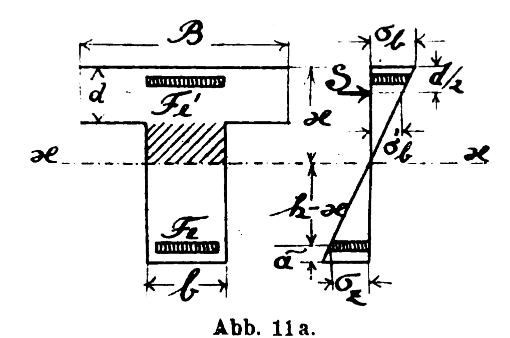


Abb. 11a.

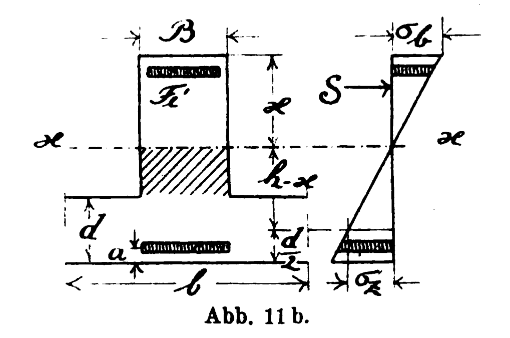


Abb. 11b.

Fall II. Die neutrale Faser fällt erheblich aus der Platte heraus.

Für den **Plattenbalken** (Abb. 11a) erhält man hinreichend genau aus der Mittelkraft der Druckspannungen

$$S = d\,\frac{n\sigma_z}{\gamma}\cdot B + n\varphi'\cdot h\cdot B\,\frac{n\sigma_z}{\gamma},$$

$$S = B\cdot d\,\frac{n\sigma_z}{\gamma}\left[1+\frac{n\varphi' h}{d}\right] \text{ die Ersatzbreite}$$

(40) $B' = B\left[1+\frac{nF_e'}{B\cdot d}\right] = B\left[1+\frac{n\varphi'\cdot h}{d}\right]$ und $\beta = b : B'$.

Für den **Ueberzug** (Abb. 11b) aus der gleichen Beziehung

$$S = \sigma_b\,\frac{x}{2}\cdot B + n\,F_e'\cdot\frac{x-a}{x}\,\sigma_b\cdot\frac{x}{x}\,\frac{2}{2}\,\frac{B}{B},$$

$$S = \sigma_b\,\frac{x}{2}\cdot B\left[1+\frac{n\cdot F_e'\cdot 2}{B}\,\frac{x-a}{x^2}\right]$$

die Ersatzbreite

(41) $B' = B\left[1+\frac{2nF_e'}{B}\,\frac{x-a}{x^2}\right] = B\left[1+2n\varphi' h\,\frac{x-a}{x^2}\right]$,

$$B' = B\left[1+2n\varphi'\cdot\varepsilon\right].$$

Die Zahlenwerte ε können für verschiedene γ und mit $a = \frac{h}{10}$ folgender Tafel entnommen werden:

Tafel VI.

$\gamma =$ 6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\varepsilon =$ 1,205	1,298	1,385	1,475	1,555	1,635	1,715	1,785	1,855	1,925	1,985	2,040	2,100

Die Eiseneinlage F_e' oder der Prozentsatz φ' ist vorher näherungsweise zu bestimmen. Nach Ermittelung der Ersatzbreiten B' können alsdann sämtliche im III. Abschnitt mitgeteilten Verfahren und Tafeln ohne weiteres wieder benutzt werden, wobei überall statt B die Ersatzbreite B' zu setzen ist.

Beispiel. Zu den beiden gegebenen Biegungsmomenten $M = 750\,000$ und $M' = -250\,000$ $^{cm}/_{kg}$ die Abmessungen eines Ueberzuges zu finden, von dem gegeben sind die Plattenbreite $b = 80^{cm}$ und die Plattenstärke

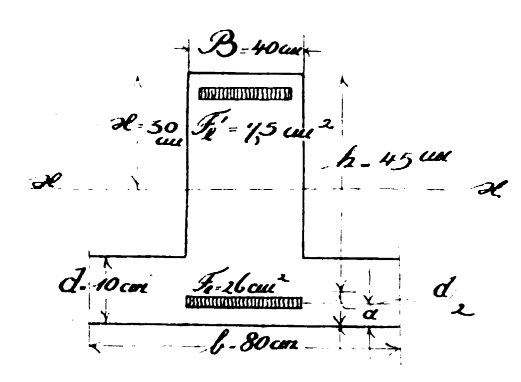


Abb. 11c.

$d = 10^{cm}$. Die Stegbreite B soll aus anderen Gründen 40^{cm} betragen. Die Kantenspannung an der Zugseite wird durch das Höchstmaß $\sigma_z^0 = 20$ $^{kg}/_{cm^2}$ begrenzt, so daß für σ_z in Plattenmitte 18 $^{kg}/_{cm^2}$ angesetzt werden kann.

Beispielsweise soll ein Randspannungsverhältnis $\gamma' = 8$ der Rechnung zugrunde gelegt werden, so daß man zunächst erhält $x = 0{,}652\ h$ und $\sigma_b = \frac{15 \cdot 18}{8} = 33{,}8$ $^{kg}/_{cm^2}$. Durch Ueberschlagsrechnung ist der Prozentsatz φ' der Bewehrung als Mindestsatz $= 0{,}20$ v. H. festgestellt. Nunmehr erhält man nach Gl. (41) die Ersatzbreite $B' = 40\,(1 + 2 \cdot 15 \cdot 0{,}002 \cdot 1{,}298) = 43{,}5^{cm}$; die Höhe h nach Gl. (36) mit $a_0 = 0{,}342$ zu $h = 0{,}342\ \sqrt{750\,000 : 43{,}5} = 45^{cm}$; den Hebelarm $h_e = \sim 45\left(1 - \frac{0{,}652}{3}\right) = 34{,}8^{cm}$, endlich die Eiseneinlage F_e nach Gl. (37) zu $F_e = \left(\frac{750\,000}{34{,}8} - 10 \cdot 80 \cdot 18\right) \frac{1}{15 \cdot 18} = 26^{cm^2}$. Eiseneinlage $F_e' = 47 \cdot 80 \cdot 0{,}002 = 7{,}5^{cm^2}$.

Hiermit sind die Querschnittsabmessungen festgestellt. Die genaue Nachrechnung liefert folgende Randspannungen:

Für $M = 7500000$ $^{cm}/_{kg}$: $\sigma_b = 29{,}8$ und $\sigma_z = 19{,}8$ $^{kg}/_{cm^2}$ gegenüber den Annahmen $\sigma_b = 33{,}8$ und $\sigma_z = 20{,}0$ $^{kg}/_{cm^2}$; für $M' = -250\,000$ $^{cm}/_{kg}$: $\sigma_b = 6{,}7$ und $\sigma_z = 9{,}9$ $^{kg}/_{cm^2}$.

Andere Annahmen von γ liefern weitere Querschnitte, die miteinander zu vergleichen sind.

V.

Wird wie bisher das **Elastizitätsmaß** für gedrückten wie gezogenen Beton **nicht mehr gleich groß** angenommen und ist die Verhältniszahl von Eisen zu gedrücktem Beton $E_e : E_b = n$ und die von Eisen zu gezogenem Beton $E_e : E_z = n_1$ (n_1 im allgemeinen größer als n), dann lassen sich alle hergeleiteten Schlußformeln und Zahlentafeln auch für diesen Fall durch einen einfachen Kunstgriff verwenden. Man führt statt des wirklichen Querschnitts einen **Ersatzquerschnitt** derart ein, daß für die Zugzonenbreite statt der wirklichen Breite b eine Ersatzbreite b' gesetzt wird

$$b' = b\,\frac{n}{n_1}.$$

So wäre z. B. dargestellt in Abb. 12a die Platte; in Abb. 12b der Plattenbalken mit gedrückter Platte und in Abb. 12c der Ueberzug mit gezogener Platte.

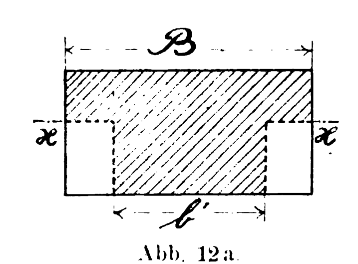


Abb. 12a.

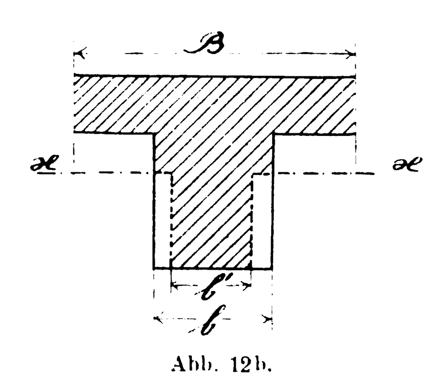


Abb. 12b.

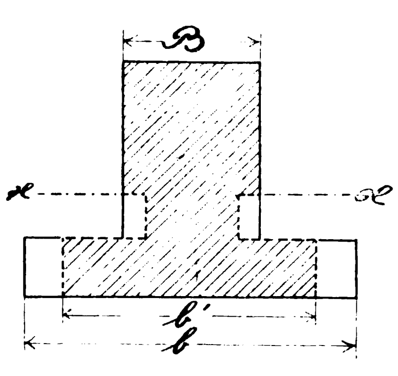


Abb. 12c.

Zu beachten ist dabei, daß die wirkliche Betonzugspannung σ_z am Rande kleiner ist als die Randspannung σ'_z im Ersatzquerschnitt. Ihre wirkliche Größe beträgt $\sigma_z = \sigma'_z\,\frac{n}{n_1}$. Bei Benutzung der Tafeln wäre also die passend zu wählende Zugspannung σ'_z um $\frac{n_1}{n}$ höher anzusetzen.

Auch ohne den Begriff des Ersatzquerschnitts zu benutzen, ließen sich die direkten Formeln aus den bisherigen mühelos umschreiben. Eine Umrechnung der Tafeln wäre dann allerdings erforderlich.

† Wilhelm Launhardt †,

Geheimer Regierungsrat, ord. Professor an der Technischen Hochschule, Dr.-Ing. e. h., Mitglied des Herrenhauses und der Akademie des Bauwesens, unser hochgeschätztes Ehrenmitglied, ist am 14. Mai d. J. im 87. Lebensjahre verschieden.

Ausgerüstet mit großen Gaben des Geistes und des Herzens, hat er 49 Jahre lang als akademischer Lehrer mit reichstem Erfolge gewirkt. Auf dem Gebiete des Eisenbahn-, Straßen- und Brückenbaues hat er der Technik neue Wege gewiesen; das Trassieren wurde durch ihn zur Wissenschaft. Seine rege schriftstellerische Tätigkeit mit starker Neigung nach der wirtschaftlichen Seite fand lebhafte Anerkennung. Wie es ihm an hohen Ehrungen nicht gefehlt hat, so begleiteten Liebe und Wertschätzung seiner Kollegen und Schüler ihn während seines langen reichgesegneten Lebens.

Mit Launhardt ist eine ganze Persönlichkeit dahingegangen; aber sein Gedächtnis wird bleiben bei allen, denen es vergönnt war, mit ihm gleiche Ziele zu verfolgen.

Zeitschriftenschau.

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Eiserne Spundwände amerikanischer Ausführung sowie ihre Verwendung werden besprochen. — Mit Abb. (Engineering 1917, I, S. 367.)

Proberammung in den königlichen Anlagen in Stuttgart; von Karl Zimmermann. Der unzuverlässige Untergrund des neuen Personenbahnhofes machte umfangreiche Proberammungen erforderlich, die ausführlich mitgeteilt werden. Es wurden sowohl Rammungen mit fertigen Eisenbetonpfählen als auch in den Boden einbetonierte Pfähle auf ihre Tragfähigkeit untersucht. Eine umfangreiche beigefügte Tabelle enthält die Ergebnisse. — Mit Abb. und Schaub. (Beton und Eisen 1917, S. 177 u. 205.)

Tiefbautechnische Erfahrungen bei der Neuanlage des Cannstatter Bahnhofes; von E. Fucker. Erfahrungen mit verschiedenen Pfählen. Dulac-Pfähle von 4—6 ^{m} Länge erfüllten nicht ihren Zweck, da unter dem als tragfähig angesehenen Kiesfelsen weiche und sehr wenig widerstandsfähige Schichten vorhanden waren, auf denen der Kies floßartig lagerte, so daß Senkungen bis zu 10 ^{cm} vorkamen. Darauf wurden spiralverstärkte Eisenbetonpfähle angewendet, deren Proberammung allerdings eine teilweise Zerstörung der Pfähle durch das Rammen aufwies, die man aber doch in ihren Längen bis zu 15 ^{m} beibehielt, da bei der großen Anzahl der Pfähle einzelne zerstörte nicht von Belang sind, und es sich zeigte, daß die harte Kiesschicht durch das dichte Schlagen der Pfähle derart zertrümmert wurde, daß für die meistens darauf folgenden Pfähle der Hauptdurchdringungswiderstand der Schicht gebrochen erschien. — Mit Abb. und Schaub. (Städt. Tiefbau 1917, S. 155.)

Tunnelbau.

Tunnelbaufragen der Gegenwart und Zukunft; von Birk. Vorzüge tiefliegender Tunnel; Abstecken der Tunnelachsen nach dem Verfahren von Tichy; Einfluß großer Ueberlagerungshöhen; Gesteintemperatur; Lüftung langer Tunnel während des Baues; Arbeitsvorgang beim Bau des Simplontunnels; Vorzüge des Zwischenstollen-Bauverfahrens; Dreh- und Stoß-Bohrmaschinen und ihre Leistungen; verschiedene Bauarten der First- und Sohlstollen; Holzeinbau im Vergleich mit dem Eiseneinbau; Fördermittel; Vorzüge der Preßluft- und Benzinlokomotiven. — Mit Abb. (Verkehrswoche 1917, S. 217 u. 236.)

Neues Verfahren zur Absteckung langer Tunnelachsen; von E. Groh. Es wird vorgeschlagen, für Tunnel im Hochgebirge statt der bisher üblichen geometrischen Absteckung mit Hilfe des Flugzeuges Lichtbildaufnahmen des Geländes zu machen und an Hand solcher Aufnahmen die Tunnelachse in der Natur durch Landmarken abzustecken, die durch einen hell leuchtenden Punkt dargestellt werden. Die Reihe dieser so bezeichneten Achspunkte nimmt man dann, wiederum vom Flugzeug aus, durch Ueberfliegen in dunkler klarer Nacht auf, wobei sich etwaige Abweichungen von der Geraden feststellen lassen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 284.)

Präzisions-Nivellement durch den Gotthardtunnel vom 15. bis 21. Juli 1917; von H. Zölly. Kurze Beschreibung der Ausführung dieses Nivellements, das gegenüber demjenigen vom Jahre 1869 zwischen NF 64 in Göschenen und NF 57 in Airolo eine Abweichung von rd. 2 ^{cm} ergab. Diese gute Uebereinstimmung wird als zufällig hingestellt, da dem alten Nivellement ein bedeutend größerer mittlerer Fehler anhaften soll. Eine unmittelbare Vergleichung kann erst in etwa zwei Jahren stattfinden, wenn auch das Landesnivellement über den Gotthardpaß ausgeführt sein wird. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 267.)

Gestein- oder Gebirgschläge; von V. Pollack. Ausführliche Besprechung der verschiedenen Druck-, Spannungs- und Bewegungserscheinungen im Gebirge, wie sie an oberirdischen Steinbrüchen und unterirdisch hergestellten Hohlräumen durch Abschälen und Absprengen von Gesteinstücken, häufig sogar mit Knallāußerung, auftreten. Verschiedene Beobachtungen werden angeführt, wie sie von J. Johnston, W. H. Niles, Hankar-Urban und anderen an Tagbauten in Steinbrüchen, von Bechtle, Stapff, Heim und Wiesmann beim Bau des Gotthardtunnels, ferner von M. v. Klodie am Wocheiner Tunnel, von F. Becke, F. Berwerth am Tauerntunnel, von C. Schmidt am Simplontunnel und von verschiedenen anderen Fachleuten an anderen Orten, auch in Erz- und Kohlenbergwerken gemacht wurden. Als Entstehungsursache der Bergschläge wird am Schluß ausgesprochen, daß sie als einfache Folge des Abbaues anzusehen sind und in ihrer Wirkungsäußerung von der Druckausübung, von der inneren Zusammensetzung des Gesteins und dem geologischen Alter abhängen. Bei festem Gestein wird starker Druck bei Annäherung an die Belastungsgrenze „schlagend“, bei Ueberschreitung der Belastungsgrenze „explosiv“ wirken. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenbl. f. d. öffentl. Baudienst 1917, S. 129, 141, 154 und 167.)

Geologische und hydrologische Beobachtungen über den Mont d'Or-Tunnel und dessen anschließende Gebiete; von H. Schardt. Ausführliche Besprechung der einschlägigen Verhältnisse bei dem Ende Mai 1915 dem Betrieb übergebenen Tunnel, der schon vor 35 Jahren geplant wurde, aber erst nach Fertigstellung des Simplontunnels zur Ausführung kam. — Mit Abb. u. Schaub. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 261.)

Einfluß neuzeitlicher Baubetriebe auf die Tunnelbaukosten; Bericht von R. Winkler auf der Weltausstellung in San Franzisko über Eisenbahntunnel der Schweiz 1905 bis 1915. Den Schluß bilden Betrachtungen über Baubetrieb und Baukosten. Neben Verbesserung der Maschinenanlage und Bauverfahren war dabei die Vervollkommnung der Einrichtungen des ganzen Baubetriebes von günstigem Einfluß auf die Bauzeit und die Baukosten. Auch Opfer an Menschenleben wurden vermindert. Eine Zusammenstellung von Vergleichzahlen gibt eine Uebersicht über das Gesagte. (Schweiz. Bauz. 1916, II, S. 247; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 151.)

Erfahrungen im Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn; von C. Andreae (s. **1917**, S. 144). Nach der Schweiz. Bauz. 1916, Bd. 67. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 288 und 294.)

Herstellung von Röhren- und Tunnelverbindungen unter Wasser mittels verschiebbarer Rohr- und Tunnelmuffen; von Haag. Vorschläge für die stückweise Herstellung von Düker-Rohrleitungen und Tunnelröhren mit Hilfe verschiebbarer Muffen, die das Rohr- oder Tunnelende umschließen. Beispiele. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 310.)

Hauenstein-Tieftunnel. Bauabrechnung der neuen Hauensteinlinie. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 219.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Simplontunnel II (s. **1917**, S. 290). Vom April bis Oktober 1917 wurde auf der Nordseite in der Regel an 28 Tagen im Monat gearbeitet, jedoch verminderte sich wegen der Einberufungen die Arbeiteranzahl sehr stark. Auf der Südseite war bei Kilometer 8,184 am 15. April der Tunnel fertig ausgebaut. Mit diesem Tage wurden die eigentlichen Tunnelarbeiten hier eingestellt und nur noch Aufräumungsarbeiten ausgeführt, bis auch diese Ende August aufhörten, so daß auf der Südseite vom September an keine Arbeiter mehr beschäftigt wurden. Im Oktober 1917 betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
vom Firststollen die Monatsleistung	93 m	— m	93 m
Stand am 31. Oktober	8472 „	8184 „	16 656 „
vom Vollausbruch die Monatsleistung	115 „	— „	115 „
Stand am 31. Oktober	8402 „	8184 „	16 586 „
vom Widerlager die Monatsleistung	137 „	— „	137 „
Stand am 31. Oktober	8272 „	8184 „	16 456 „
vom Gewölbe die Monatsleistung	136 „	— „	136 „
Stand am 31. Oktober und vollendeter Tunnel	8212 „	8184 „	16 396 „
in Prozenten der Tunnellänge	41,5	41,2	82,7
der mittlere Schichtenaufwand			
im Tunnel	277	—	277
im Freien	122	—	122
zusammen	399	—	399

(Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 219, 266; II, S. 23, 84, 150, 184 und 239.)

Tunnelkanal zur Umgehung der Donaustromschnellen am Eisernen Tor. Der Entwurf von Rosemeyer (Köln) sieht einen 20 km langen Tunnel zur Umgehung der 114 km langen Stromschnellenkette vor, mit etwa 15 m Höhenunterschied, der in der Tunnelstrecke mit einer Schleuse überwunden werden soll, an der ein Kraftwerk für 33 000 KW mit 290 Millionen KWSt Jahresleistung errichtet werden könnte. Der Tunnelkanal soll 25 m Spiegelbreite, 4 m Tiefe und 7 m lichte Höhe über dem Wasserspiegel erhalten und durch auf beiden Seiten laufende elektrische Schleppzuglokomotiven betrieben werden. Die Baukosten werden, abgesehen von denjenigen der Kraftwerke, auf 128 Millionen M. veranschlagt, von denen 70 Millionen auf den Ausbruch des Tunnels mit 200 qm Querschnitt, 28 Millionen auf die Ausmauerung, 30 Millionen auf die Schleusen und auf Unvorhergesehenes entfallen. Ein Kraftwerk erfordert Aenderungen am Kanal und 24 Millionen Mehrkosten bei einem Jahresgewinn von 5,8 Millionen M. Die Einnahmen aus dem Kanal können bei einem Jahresverkehr von 20 Millionen Tonnen auf 15 Millionen M. veranschlagt werden. (Wirtschaftsztg. d. Zentralmächte 1916, Okt., Heft 36, S. 8; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 114.)

Kanaltunnel zwischen Dover und Calais (s. **1917**, S. 291); von G. Kemmann. Ausführliche Besprechung dieses nunmehr auch von England, das Calais endgültig erworben zu haben glaubt, begünstigten Entwurfs. — Mit Lageplan und Querschnitten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenbverw. 1917, S. 321.) — Kurze Besprechung des Entwurfs von A. Sartiaux. (Ann. f. Gewerbe u. Bauw. 1917, Bd. 81, S. 11; Z. d. Ver. deutsch. Eisenbverw. 1917, S. 406; Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 304.)

Der Bau einer Untergrundbahn in Madrid ist genehmigt worden. Vier zweispurig betriebene Linien sind vorgesehen. Die erste soll in drei, der Bau der übrigen Linien in acht Jahren vollendet sein. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenbverw. 1917, S. 405.)

Neuer Tunnel unter dem Hudson für Fuhrverkehr zwischen Newyork und Jersey City. Er soll imstande sein, 1760 Fahrzeuge stündlich in beiden Richtungen verkehren zu lassen, wird zweispurig angelegt und erhält eine Länge von 2743,2 m. Eisenbetonröhre von elliptischem Querschnitt, deren einzelne Teilstücke am Ufer hergestellt, schwimmend an Ort und Stelle gebracht und dann versenkt werden. Zum größten Teil ruht der Tunnel zwischen den Ufern des Hudson auf einer Länge von 1450 m auf Pfählen, die in einer ausgebaggerten Rinne eingerammt wurden, im übrigen Teil, wo diese Baggerungen nicht ohne Gefahr für die vorhandenen Gebäude erfolgen konnten, wird mit Druckluftkasten oder mit offenen Kasten gearbeitet. Belüftung durch zwei unter der Fahrbahn anzuordnende Kanäle. Ausführliche Beschreibung der Bauarbeiten und Vergleich der Kosten der gewählten Ausführungsweise mit derjenigen eines unterirdisch mit Brustschild vorgetriebenen Baues. — Mit Abb. (Eng. news 1917, 19. April, S. 132; Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1917, S. 484.)

Tieferlegung eines Straßenbahntunnels unter dem Chicagofluß in Chicago (s. **1917**, S. 291). Am Fuß der beiden Widerlager des alten, aus Backsteinen hergestellten Tunnelgewölbes und in dem angrenzenden Teil des Sohlgewölbes wurden zunächst feste Eisenverstärkungen verankert und auf diesen die Balkenträger für die neue Tunnelüberdeckung gelagert. Nach Betonierung dieser Deckplatte, die gleichzeitig als Verstrebung zwischen den Widerlagern des alten Gewölbes diente, wurden längs den Auflagern der Platte, unter Entfernung des alten Sohlgewölbes, zwei Stollen von $1{,}8 \times 1{,}8$ m Querschnitt vorgetrieben, von denen aus auf Strecken von je 3 m Länge die Auflager durch Herstellung der neuen Widerlager unterfangen wurden. Darauf folgte, ebenfalls streckenweise, die Entfernung des Erdkerns und die Betonierung des neuen Sohlgewölbes. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 231.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

GENERAL LIBRARY
JAN 1919
UNIV. OF MICH.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 5.
(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:



Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1918.



C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten

Richter, Baurat in Leipzig

Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau

von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem **neu** erschienen:

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Entwürfe zu Kleinwohnungen.

Herausgegeben von

A. Holtmeyer

Landbauinspektor in Cassel.

Mappe I: **Einfamilienhäuser**

20 Blatt Preis 4 M. 80 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

Mappe II: **Zwei- u. Vierfamilienhäuser**

15 Blatt Preis 3 M. 20 Pfg. zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

Rechtliche und technische Bedingungen

für die

Ausführung von Arbeiten

und

Lieferungen beim Eigenhausbau.

Preis 60 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 5. (Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Die deutschen Architekturtheoretiker des 17. und 18. Jahrhunderts.

Von Dr. V. C. Habicht (Hannover).

IV. Kapitel: Die Ornamentiker.

Mit dem Antipoden Sturms, mit P. Decker d. Ä., setzt eine neue Epoche der architekturtheoretischen Schriftstellerei ein, die durch die vorausgehenden Werke in gleicher Weise bedingt wird wie durch die neuen Anforderungen einer gewandelten Zeit. Die wissenschaftliche, genauer gesagt die mathematisch-technische Grundlage der Baukunde war durch Goldmanns und Sturms Schriften gegeben. Ueberdies hatte Sturm den neuen Anforderungen hinsichtlich der Grundrißlösungen, der Gestaltung der Räume und der Vermittlung der als vorbildlich anerkannten französischen Leistungen vorerst einmal vollauf genügt. Konnte man sich also bei diesen Fragen, zumal als „lernbegieriger Anfänger“, Rats genug bei ihm holen, so mußte das nun immer stärker hervortretende Bedürfnis nach einer „modernen“, reichen Ausstattung — den Begriff in einem weiten Sinne genommen — trotz der mancherlei Hinweise und Tafeln Sturms unbefriedigt bleiben. Diese Nachfrage mußte sich um so mehr einstellen, als große raumschöpferische Leistungen inzwischen schon in der Wirklichkeit gezeitigt worden waren und sich der Geschmack hinsichtlich des Ornamentes inzwischen vollkommen geändert hatte. Je mehr es galt, die z. T. in gewaltigen Abmessungen unternommenen Bauten nicht als kahle Wände dastehen zu lassen und je stärker durch Vermittlung der Kleinkunst der Eindruck von der neuen Mode wurde, um so dringlicher durfte sich diese Nachfrage erheben. Es hätte am nächsten gelegen, die in reicher Zahl erschienenen und sehr leicht zugänglichen Vorlagenwerke Frankreichs, die eines Lepautre, Bérain usw., aufzugreifen und das vorhandene Bedürfnis dort zu befriedigen. Es war aber noch immer selbst in dieser Epoche und auf einem angeblich schwachen Punkte nicht der deutschen Meister Sache, sich die Aufgabe zu leicht zu machen, und auch nicht, fremde Speise unbedenklich hinunterzuschlucken. Gerade die übergroße Zahl der als „Ornamentiker“ zu bezeichnenden Schriftsteller oder besser gesagt Zeichner und deren Werke, wie nicht zum wenigsten auch der ungeheure, nachweisbare Einfluß derselben beweisen in nicht mißzuverstehender Weise den selbständigen Zug und Geist dieser Schöpfungen — in Schrift und Werk. Gleich P. Decker hat man als einen Plagiator schlimmster Sorte abtun zu können geglaubt und mit Hinweisen auf französische Werke seine Verdienste vollkommen verneinen zu können gemeint. Wir werden die Unrichtigkeit dieser Anschauungen im einzelnen darzutun haben, wenn es auch gar nicht zu leugnen ist, daß der Anstoß zu der ganzen Bewegung von Frankreich her gekommen ist, genau wie in der Gotik auch.

Die veränderte Sachlage, die zu bewältigenden Aufgaben erklären verschiedene Eigenarten dieser architekturtheoretischen Werke von vornherein. Mit noch so viel exakter Wissenschaftlichkeit, auch noch so schönen Worten war hier einem Bedürfnis, das nach Schaubarkeit wie nur je drängte, nicht zu genügen. Es kann deshalb nicht wundernehmen, daß wir von ausführlich begründeten Theorien wenig hören, daß das Wort fast ganz zurück, dafür die Zeichnung, oder vielmehr die sie vermittelnde Kupferstichtafel, vollkommen in den Vordergrund tritt. Wozu hätten auch Dinge, die bei Sturm und sonstwo zur Genüge behandelt worden waren, wiederholt werden sollen? Andererseits versteht es sich leicht, warum nun in größerer Zahl freischaffende Künstler auf den Plan treten. Einerseits verlangte die Aufgabe eine ausgesprochene, freischöpferische künstlerische Begabung und die Leistungen selbst steigerten den Ehrgeiz, diese Gaben in verschwenderischer Weise spielen zu lassen. Mit Notwendigkeit mußte sich durch diese Art des Schaffens ein nicht geringer Einfluß auf die rein architektonischen Lösungen, die neben den Ornamenten, Einrichtungen usw. stets geboten wurden, ergeben. Es wird unsere Aufgabe sein, zu zeigen, wie die immer freieren, künstlerischen, ja schließlich gekünstelten Lösungen auf architektonischem Gebiete in allerengstem Zusammenhang mit diesen Tatsachen stehen.

Erst am Ende dieser Bewegung tritt die nachschaffende Vernunft wieder in ihr Recht und es begegnen uns dann auch wieder Versuche, durch Wort und Konstruktion die neuen Ideen und Formen zu meistern und zu lehren.

Der überragenden Bedeutung des Begründers dieser Art von architekturtheoretischen Schriften, P. Deckers d. Ä., wegen wird sich ein näheres Eingehen auf das Schaffen dieses Künstlers gebieten, während es sich

empfehlen wird, die nachfolgende Zeit nach der Weiterentwicklung der Ideen auf dem Gebiete der Architektur und der Ornamentik zu verfolgen. Darnach ergibt sich folgende Gliederung unseres Stoffes.

1. P. Decker d. Ä.

Das Leben Deckers verlief nach Th. Hampe in Thieme-Beckers Künstlerlexikon [1]) in folgenden Zügen:

Paul Decker d.Ä. ist am 27. Dezember 1677 zu Nürnberg geboren, wo er von 1695 an den Unterricht Georg Chr. Einmarts d. J. im Zeichnen und Kupferstechen wie auch in der Mathematik genoß. 1699 kam er nach Berlin und wurde Schüler A. Schlüters. 1705 kehrte er nach Nürnberg zurück und wurde 1708 Hofarchitekt des Pfalzgrafen Theodor zu Sulzbach. 1710 trat er in die Dienste des Markgrafen Georg Wilhelm von Brandenburg-Bayreuth, der ihn 1712 zu seinem Baudirektor für das ganze Markgrafentum ernannte. Er siedelte nach Bayreuth über, starb aber schon am 16. November 1713.

Deckers Hauptwerke sind:

1. Fürstlicher Baumeister, oder: architectura civilis ... I. Teil. Augsburg 1711; deß Fürstlichen Baumeisters Anhang zum Ersten Theil, Augsburg 1713; deß Fürstlichen Baumeisters oder architecturae civilis anderer Theil. Augsburg 1716.
2. Ausführliche Anleitung für Civilbaukunst, I.—III. Teil. Nürnberg o. J.

Dazu kommen eine große Zahl kleinerer Kupferstichfolgen und Einzelblätter (vgl. P. Jessen: Katalog der Ornamentstich-Sammlung des Kunstgewerbe-Museums, Leipzig 1894).

a) Die architekturtheoretischen Ideen.

Es kann nicht geleugnet werden, daß Decker grundsätzliche neue Ideen in seinen Werken nicht bietet. Man wird aber gerade bei einer solchen scharfen Beurteilung nicht umhin können, Decker Erfindungsgabe und eine große Fähigkeit, die vorhandenen Lösungen zu eigenen, neuen zu verwerten, zuzubilligen. Durch Sturm waren der werdenden, lernbegierigen Generation die neuen, in Frankreich gereiften Ideale vermittelt worden. Die dort stets bemerkbare Unterströmung des Klassizismus hat mit auf Sturm gewirkt und eine gewisse Sachlichkeit und Kühle gezeitigt. Das erlösende Wort zur Entfesselung eines zweckverachtenden Ueberschwanges, worauf wie in der Gotik letzten Endes auch das Wesen der deutschen Raumschöpfungen dieser Epoche beruht, hat aber Decker gesprochen. Er hat es zum ersten Male gewagt, die in dem Zeitstile liegenden Möglichkeiten voll auszunutzen, bis zur Grenze des Ausführbaren zu steigern und mit dem echt deutschen Drange nach dem Unerreichbaren durch und durch und voll zu sättigen. Hierin liegt ohne Frage das größte und Hauptverdienst von Deckers theoretischem Schaffen.

Es ist hier der Ort, auf Deckers Selbständigkeit, das Maß seiner Abhängigkeit von anderen Vorbildern und sein Verhältnis zu ihnen etwas näher einzugehen. Von den seitherigen Beurteilern wird Schmerber [2]) dem Schaffen Deckers am ehesten gerecht. Befangen erscheint schon Gurlitt [3]) und völlig unzutreffend und schief ist das Bild, das Hofmann [4]) gezeichnet hat. Den Stein des Anstoßes für Gurlitt, dem dann Hofmann vergröbernd und übertreibend folgt, bildet Deckers Verhältnis zu A. Schlüter. Nun kann ja gar kein Zweifel obwalten, daß sich bei Decker, der bekanntlich bei Schlüter gelernt hat, Gemeinsamkeiten mit seinem Lehrer finden, verzeihliche, wenn man den Genius seines Lehrmeisters in Betracht zieht. Ein scharfer Vergleich zeigt aber sogar, daß diese Abhängigkeiten nicht einmal sehr weitgehende sind. Die Tatsache überrascht um so mehr, als Decker sich ganz in die Gedankenwelt Schlüters eingelebt haben muß. Beweis sind die drei großen Blätter, die er nach Entwürfen Schlüters für das Berliner Schloß gestochen hat [5]).

Gehen wir zu den Hauptvorwürfen über. Diese sind am schärfsten und ungerechtesten von Hofmann gefaßt worden, der merkwürdigerweise aber trotz des angeblichen Plagiatorentums Deckers mit großer Achtung von seinem Einflusse spricht [6]). Während Gurlitt nur von Einflüssen des Berliner Schlosses hinsichtlich der Dekoration spricht, geht Hofmann weiter und behauptet, Decker habe in seinem „Fürstlichen Baumeister“ Schlüters Entwürfe als eigene veröffentlicht. Ein genauer Vergleich kann gar nicht täuschen, daß Decker sich weder bei den Rücklagen der Fassade des Palastes des ersten Teiles des „Fürstlichen Baumeisters“ „ganz unter den Einfluß des Berliner Schlosses“ gestellt hat, noch auch, daß er das Detail unmittelbar von dort entlehnt. Die Unterschiede sind hier wie dort so große, daß sie gar nicht aufgezählt zu werden brauchen. Gurlitt [6a]) hat auch nicht den geringsten Anhalt zu der Behauptung, daß die Pläne F. B. [7]) I. A./29—31 bisher unerkannte Entwürfe für das Berliner Schloß seien. Abgesehen von ganz allgemeinen, durch den Zeitstil bedingten Uebereinstimmungen lassen sich keine aufweisen, die auch nur eine engere Abhängigkeit von Schlüter verraten. Deckers Entwürfe für den königlichen Palast im zweiten Teile seines F. B.s als eine Wiederholung des Charlottenburger Schlosses hinzustellen, geht am allerwenigsten an. Es wäre ermüdend und überflüssig, Deckers Selbständigkeit gegenüber Schlüter und den Berliner Bauten im einzelnen nachzuweisen. Eine Kennzeichnung seines Schaffens, die folgt, kann leicht den meisterhaften Darstellungen Gurlitts von Schlüters Werken gegenübergestellt werden. Die Unterschiede werden sich dann ungezwungen ergeben. Was Decker Schlüter zu danken hat, liegt in Größerem. An den majestätischen Plänen mußte ihm der Sinn für gewaltige Anlagen, für deren sinnvolle Gliederung und für harmonische Verbindung aufgehen. Namentlich die unausgeführten Entwürfe Schlüters sind hier von richtunggebender Bedeutung. Ein Plan wie der bei Pinder [8]) veröffentlichte, andere gewiß auch, mußten wie eine Offenbarung wirken. Die Wucht der geschlossenen, riesigen Anlage, die Vorliebe für große Höfe, die Gliederung in Seiten- und Quertrakte, die Benutzung von Türmen und Kuppeln zur Belebung der Silhouette, flache Dächer, mächtige Gesimse und Attiken und plastischer Schmuck — all dies hat in Decker gezündet, hat ihm bei seinen Entwürfen als mustergültiges Vorbild vorgeschwebt und seine Phantasie beflügelt. Sklavische Abhängigkeit wird man aber bei gewissenhafter Vergleichung nirgends finden.

Weit enger sind dagegen die Beziehungen zu einer anderen Quelle, auf die seither noch nicht hingewiesen worden ist, zu den Entwürfen Joh. Bernh. Fischer v. Erlachs. Ein näherer Vergleich wird darüber keinen

[1]) Vgl. U. Thieme und F. Becker: Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler, 8. Bd. Leipzig 1913, S. 524.

[2]) Vgl. Schmerber: a. a. O. S. 39, 75 u. a.

[3]) Vgl. C. Gurlitt: a. a. O. besonders S. 382 ff.

[4]) Vgl. Friedrich H. Hofmann: Die Kunst am Hofe des Markgrafen von Brandenburg. Straßburg 1901. (Studien zur deutschen Kunstgeschichte, Heft 32) besonders p. 160 ff.

[5]) Vgl. Kupferstichsammlung des Kgl. Kunstgewerbe-Museums Berlin, Nr. 1026. Die drei Blätter sind links: A. Schlüter, Architectus, rechts: P. Decker, sculpsit Berolini (einmal 1703), gezeichnet. Ein Blatt der Fassade des Berliner Schlosses ist außerdem noch vorhanden, unbezeichnet und nicht signiert; vermutlich gleichfalls von Decker gestochen.

[6]) Vgl. Hofmann: a. a. O.

[6a]) Vgl. C. Gurlitt: Andreas Schlüter. Berlin 1891, p. 180 ff.

[7]) Ich kürze im folgenden den „Fürstlichen Baumeister“ F. B. ab, I. (erster Teil), I. A. (Anhang zum ersten Teil), II. (II. Teil).

[8]) Vgl. W. Pinder: Deutscher Barock. (Blaue Bücher.) Düsseldorf und Leipzig o. J. Erläuterungen S. I.

Zweifel aufkommen lassen. Eine Schwierigkeit scheint darin zu bestehen, daß Fischers Werk [9]), das die Anschauung in erster Linie vermitteln mußte, erst 1721 in Wien erschienen ist. Nach Ilgs [10]) Untersuchungen hat sich Fischer aber mindestens seit 1705 mit dem Werke befaßt, das auch 1712 als druckfertiges Manuskript bereits vorlag, und ferner geht aus Ilgs Nachforschungen hervor, daß Fischer den Stechern der Kupfertafeln seine Entwürfe bereits in der Zeit um 1705—1712 übergeben haben muß. Diese Augsburger Stecher: Joh. Adam Delsenbach, Joh. Ulrich Kraus, C. Engelbrecht und J. W. Pfeffel, die z. T. auch für Decker tätig waren, werden Decker die Vorstellung von den Werken Fischers vermittelt haben.

Vor allem sind es die Entwürfe für Schönbrunn, die zweifellos einen großen Eindruck auf Decker gemacht haben. Bezeichnenderweise ist es der großzügige, unausgeführt gebliebene erste Entwurf (Leipziger Ausgabe Buch IV, Tafel II), der am nachhaltigsten gewirkt hat.

Man wird bei einer genauen Durchvergleichung dieses Entwurfes mit ähnlichen Deckers, besonders mit denen des kgl. Palastes, aber nicht im Zweifel darüber sein können, daß es auch hier in erster Linie die großen Allgemeingedanken gewesen sind, die Decker mehr begeisternd als unmittelbar angeregt haben. Zu diesen zählen die wunderbare Verschmelzung der Umgebung mit der Gesamtanlage, die Weite und Größe derselben selbst, die terrassenförmige Abstufung des Geländes und die Anwendung der zerstreuten Grundrißdisposition. Nur lose ist der Zusammenhang mit Einzelheiten, wie etwa mit den Ballustraden, die mit Figuren geschmückt sind, mit den gebogenen Arkaden und der Gliederung der Haupttrakte durch mächtige Ordnungen. Wie Deckers Entwürfe unendlich viel sorgfältiger und erfindungsreicher durchgezeichnet sind, so bewahren sie im einzelnen auch durchaus ihre Selbständigkeit. Hierauf im besonderen einzugehen, hat wenig Zweck. Ein wirklich prüfender Blick wird die Verschiedenheiten und die Selbständigkeit Deckers leicht erkennen, selbst in dem einen Falle, wo unmittelbare Anregung vorliegt. Diese läßt sich in dem eigentümlichen zwerghausartigen Aufbau des Mittelrisalits, der ganz ähnlich und öfters bei Decker wiederkehrt, wohl feststellen.

In ähnlicher Weise anregend, aber keineswegs zu sklavischer Nachahmung verführend haben einige Entwürfe Fischers für Lusthäuser gewirkt. Es sind dies die auf den Tafeln XVIII und XIX erscheinenden Pläne. Der halbrunde, offene Vorsprung des Mittelrisalits des Lustgartengebäudes (Tafel 18) und der offene, zwerghausartige obere Abschluß des gleichen Entwurfes, und gewiß auch ein Entwurf wie der Tafel 19, haben auf Decker Eindruck gemacht und seine Phantasie befruchtet. Bei dem zweiten Plan, einem Gartengebäude, sind es die Erhöhung des eigentlichen Gebäudes durch ein von offenen Arkaden umzogenes Erdgeschoß, die geschwungene Treppenhausanlage, die halbrunden Wände der Seitenflügel und das offene Mittelgeschoß, die Decker bei manchem seiner Entwürfe vorgeschwebt haben. Aber nirgends läßt sich auch hier eine lahme Wiederholung und unkünstlerische Unselbständigkeit nachweisen.

Man wird also hinsichtlich der Vorbilder zusammenfassend Schlüter und Fischer von Erlach als die bestimmenden Meister nennen können. Deckers Verdienste und sein Anteil am Werden und der Weiterbildung des Barock werden durch die Analysen der Einzelaufgaben am deutlichsten. Neben der Steigerung der grandiosen Ideen ist es sein Sinn für geschwungene, gebrochene Linien in Grund- und Aufrißentwürfen, der richtungweisend für die ganze Entwicklung wurde. Dazu kommen seine Leistungen als Innenarchitekt, mit denen er auf dem Gebiete der deutschen Architekturtheoretik eigentlich als erster auf den Plan trat und die gleichfalls von nachhaltiger Wirkung waren.

b) Die Palastanlagen.

Eine Scheidung in Schloß-, Palast- und Lusthausanlagen würde nur den Grad der aufgewandten Mittel treffen, während es sich im Grunde bei allen diesen Entwürfen deswegen um gleichartige handelt, weil durchweg großzügige fürstliche Anforderungen mit verschwenderischem Aufwande befriedigt werden sollten. Ob es sich dabei um ein Schloß oder ein Lusthaus handelt, ist im Grunde gleichgültig. Allein schon die Fülle der Pläne, der Reichtum des Gebotenen — auch wenn es sich bei näherem Zusehen ganz natürlicherweise nicht immer um Eigenes handeln kann — zwingen zur Bewunderung, zur Anerkennung zum wenigsten. War bei den vorhergehenden Theoretikern die Rangordnung und Voranstellung der Palastanlagen mehr eine servile Formel als eine empfundene Höchststeigerung gewesen, so gipfelt Deckers Ueberschwang tatsächlich in den Entwürfen, für die es eine zeitliche, irgendwie gestaltete materielle Schranke nicht gibt. Wenn irgendwo, so liegt hier der jetzt oft betonte Gleichklang mit der Gotik klar zutage. Eine rauschartige Steigerung der Entwicklung, eine Glut der Begeisterung und ein metaphysischer Drang nach Unerreichbarem bestimmen in höchst fühlbarer Weise das Schaffen — sehr ähnlich wie in den Tagen des Mittelalters. Den ganzen veränderten Verhältnissen entsprechend sind es aber nun nicht mehr die kirchlichen Anlagen, sondern die Stätten, in denen die absolutistischen Sonnenkönige thronen und die den ganzen Ueberschwang der Raum- und Formlösungen ad majorem serenissimorum gloriam fordern. Was Decker geplant, konnte die selbstherrlichste Gewalt selbst dieser schrankenlosen Zeit und auch die rücksichtsloseste Verschwendung ihrer „Götter" nicht in die Wirklichkeit umsetzen. An Kühnheit und Ueberschwang kommt ihm keiner gleich.

Grundrisse.

Die wichtigste Neuerung, etwa L. Chr. Sturm gegenüber, beruht bei den Grundrissen auf der Einführung der sogenannten zerstreuten Disposition. Der Grundgedanke besteht in der Absicht, eine allmähliche Ueberleitung der Hauptgebäude in die Landschaft und eine einheitliche Gesamtgestaltung der ganzen, riesig ausgedehnten Anlage herzustellen. Ueber den Ursprung dieser Ideen kann kein Zweifel herrschen. Sie stammen aus Frankreich und sind dort zuerst in großzügigem Anlauf entwickelt worden, wie wir Kap. II p. 279 ff. bereits gesehen haben. Das vielberufene Vorbild von Versailles vermag aber nur zu einem kleinen Teile die Eigenarten der späteren Entwicklung zu erklären. Die Dokumentierung eines gewaltigen, im guten Sinne „barocken" Willens, der mit souveräner Gewalt selbst königliche Wohnungsanforderungen zu einer künstlerischen Umgestaltung des ganzen Landschaftsbildes steigert, wurde dort vollzogen. Im vollen Sinne „Architektur" ist aber aus der Landschaft noch nicht gemacht. Hier setzen deutsche Architekten und namentlich Theoretiker erst ein. Decker darf unter den führenden Meistern dieser Richtung mit vollstem Rechte genannt werden. Was er gewollt und beabsichtigt hat, ist aus einer Reihe von Entwürfen deutlich abzusehen.

Ausgangspunkt aller Anlagen und Grundprinzip für die Planlegung bleibt der hufeisenförmige Hauptgebäudetrakt, der bei den einfacheren Entwürfen (Abb. 1) die Lösung erschöpft. Die grundlegende Neuerung bekundet sich aber darin, daß hierbei nicht stehengeblieben wird. Die Synthese aller Bestrebungen ist von Decker in dem

9) Der Titel lautet: Entwurff einer historischen Architektur Fischers v. Erlachen. I. Ausg. Wien MDCCXXI. II. Ausg. Leipzig MDCCXXV.

10) Vgl. A. Ilg: Leben und Werke Joh. Bernh. Fischer v. Erlachs. Wien 1895, p. 522 ff.

Plan für einen Königlichen Palast gezogen, und eine Analyse dieses Grundrisses (Abb. 2) klärt über die grundsätzlichen Aenderungen deshalb am besten auf. Die erstaunliche Kühnheit der Auffassung leuchtet am ehesten ein, wenn man zunächst einmal den Kontur der Gesamtanlage auf sich wirken läßt. Man hat dann den Eindruck eines ornamentalen Entwurfes, etwa für ein Geschmeide, und fühlt, daß in dieser kräftig bewegten Liniensprache ein Wille zum Ausdruck drängt, der nicht angelernt sein kann und deshalb in seiner Ursprünglichkeit einer inneren Gesetzmäßigkeit entsprungen sein muß. Macht man sich dann wieder klar, daß das Ganze mehr als ein Formenspiel, vielmehr einen Entwurf für das am wenigsten mit Willkür verträgliche Kunstgebiet, für die statischen Gesetzen unterworfene Architektur darstellt, wandelt sich die Empfindung in höchstes Erstaunen. Als Ursache für die eigentümliche Gestaltung kann bei näherem Zusehen aber allein die mächtig erwachte Vorliebe für gebrochene, geschwungene Linien angesehen werden. Die übrigen Entwürfe Deckers lassen auch gar keinen Zweifel, daß der Wille, von den geraden Flächen loszukommen und sich in bewegteren, leidenschaftlicheren Formen auszudrücken, grundbestimmend gewesen ist. Auf diese Bekundung wird bei der Betrachtung der übrigen Grundrisse noch zurückzukommen sein.

Das scheinbare Sichhinwegsetzen über die gegebenen praktischen Forderungen und daneben trotzdem die Befriedigung der wirklich vorhandenen Bedürfnisse geht durch den ganzen Plan. Eine Ueberschwänglichkeit, ein fast ausschweifendes Sichversenken in eine Pracht und Welt der Märchen diktieren ein atemloses Hervorsprudeln der Gedanken. Die Größe besteht aber nicht zum wenigsten darin, daß diese Ideen keine utopischen Phantastereien bleiben wollen, sondern von der Rücksicht auf Verwirklichung durchaus gebändigt und gestaltet werden. Es ist deswegen auch durchaus möglich, den Aufbau des Ganzen zu zergliedern und der Rhythmik der Gestaltung zu folgen.

Das hufeisenförmige Hauptgebäude in der Mitte umschließt einen rechteckigen Hof (cour d' honneur) und nimmt in sich die Hauptwohnräume in leidlich üblicher Weise auf. Kennzeichnende Eigentümlichkeiten erscheinen aber bereits hier. Die stufenförmige Aufschüttung des Ehrenhofes, die reichbewegte Einfassung der Fontäne und besonders die zentrale Gestaltung des Hauptsaales, verstärkt durch die vorgelagerte Treppenanlage, sowie das stark gebrochene Gitterwerk (*C*) lassen Deckers Drang nach bewegten Formen schon klar erkennen. Deutlicher tritt dies Streben dann in den Verbindungstrakten mit ihren divergierend zu ihnen geschwungenen Freitreppen und Kaskaden zutage. Die großen Seitenflügel mit den Winter- und Sommerwohnungen, der Kapelle und dem großen Saal bedeuten wichtige Bereicherungen im Gesamtbild, aber auch hinsichtlich der Raumlösungen und der Befriedigung höchstgespannter Wohnungsanforderungen. Die doppelten Unterbrechungen der Längsrichtung durch vorspringende Querflügel sind bezeichnend. Um eine Resonanz zu der zentralen Betonung des Mittelrisalits des Hauptgebäudes zu finden, erhalten die seitlichen Wirtschaftsgebäude eine ähnliche Hervorhebung durch die achteckigen Mittelräume. In weiser Mäßigung sind die inneren Verbindungstrakte (mit den Räumen 3, 4) einfach mit nur leichter Betonung der Achsen gestaltet. Wie volle Fanfarentöne erklingen die Kurven des Eingangs. Eine erstaunliche Phantasie verbindet sich hier mit einem Durchdenken aller nur möglichen Anforderungen. Die prächtige Ehrenpforte und die beiden Wassertürme bestimmen das Bild, sind die Glanzpunkte in der rauschenden Pracht an Kurven und Flächen, die den Beschauer empfangen. Sie bilden in der Grundrißlegung die festen Ausgangspunkte für die daran angegliederten Wachräume, Marställe usw. Auch hier lagen aufnehmbare Ansätze, an die angeknüpft werden konnte, für Decker bereits vor. Aber nirgendwo findet vorher eine solche Betonung und künstlerische Ausgestaltung gerade dieser Hofteile und Mauern, die sich sonst eigentlich nur als schlichte Zweckglieder finden, statt. Nur eine fast zur Siedehitze gesteigerte Phantasie, wie die Deckers, konnte darauf verfallen, auch diese im Grunde nebensächlichen Teile mit solchem Ueberschwange und der Ausnutzung letzter Möglichkeiten zu bilden.

Deckers Absichten, sein Schwelgen in gebrochenen und geschwungenen Formen gehen am deutlichsten aus den Plänen für Orangerien, Lusthäuser usw. hervor. Bald sind die Hauptwandflächen in Bogenform gestaltet und alle tragenden Pfeiler noch durch halbrunde Ausbuchtungen (Bilderplinten) aufgelöst und in Schwingung gebracht (F. B. I. A./7), bald setzt sich der ganze Grundriß aus lauter unregelmäßigen Formen zusammen. Ein besonders deutliches Beispiel ist der Grundriß einer Grotte (F. B. I. A./9) (Abb. 3). Sind in dem Hauptraume, dem Grottensaale, schon alle geraden Flächen vermieden und durch die Vorsprünge der runden Wasserbassins und die zurückspringenden Nischen flutende Raumeindrücke geschaffen, so steigert sich das Bedürfnis nach mannigfaltigen, unregelmäßigen Flächen noch besonders in den Nebenräumen. Höchst bezeichnend sind hierfür die Gestaltungen der „Cabineter" (*c*) und der „Loggien" (*f*). Namentlich die ovalen Räume, in die noch vier halbkreisförmige Nischen einschneiden, und die achteckigen mit den sehr stark bewegten Flächen gewähren einen tiefen Einblick in Deckers architektonisches Gestalten.

Aehnliche Aufschlüsse über Deckers Grundempfinden bietet auch der Entwurf für ein Landhaus. Die Auflösung der hufeisenförmigen Anlage durch die Wiederholung zentralartiger Räume in der Mitte, durch die Gliederung der Seitenflügel (F. B. I. A./33) und die vorgelagerten Balustraden ist deutlich. Mit dem an sich schon eigenartigen Aneinanderlegen zweier Zentralräume im Mittelrisalit läßt es Decker aber nicht bewenden. Die Grundform dieser Räume ist so mannigfaltig, gebrochen und belebt wie nur denkbar. Einigermaßen regelmäßige und übliche Räume mit geraden Wandflächen sind nur „die Zimmer gegen die Straßen" (*f*) und die Kammern (*h*); alle übrigen sind durch die ovale Grundform oder die Fülle der Brechungen durch Pfeiler usw. in ruhelose Variationen des gleichen vorwaltenden Dranges übersetzt. Der Gedanke an die Benutzbarkeit ist bei alledem Deckers letzte Sorge. Hier läßt sich gerade bei diesen Phantasien leicht der Finger auf manchen schwachen Punkt legen (vgl. z. B. die Unzugänglichkeit der Treppen), ohne daß man damit seine Entwürfe herabzusetzen und zu schmälern braucht. Die Korrektur war in solchen Fragen durch die Praxis und die Anleitung nüchterner Geister leicht zu finden, während die Anregung zur Ausgestaltung der in der Luft liegenden Ideen durch einen schöpferischen Kopf gegeben werden mußte.

Zu Lösungen wie dem Grundriß zu einem Landhaus (F. B. I. A./35) war dann nur noch ein Schritt, und ein gegebener und notwendiger überdies (Abb. 4). Hier ist alles in schwingende Kurven eingespannt und der Zwang der hufeisenförmigen Anlage und aller gerader Flächen und Linien vollkommen abgestreift. Wieder will der Entwurf als Ganzes gesehen und aufgefaßt sein. Mauern und Treppen, Fontänen und Bilderplinten gehören genau so mitbestimmend zum Gesamtbilde, wie die Behandlung der Gebäudeteile auch. Die Auflösung der Wandflächen kann kaum weitergetrieben werden. Bestimmend sind zentrale Raumbilder. Der sechzehneckige Mittelsaal nähert sich der Zentralform schon stark, zumal die Pfeiler an den Innenseiten eine reich gebrochene und konvex geschwungene Gliederung erfahren. Der Ausgang nach dem Garten mit der kreisförmigen Treppensäulenanlage nimmt das Hauptmotiv dann offen auf, das in den Nebenflügeln voll erklingt. Hier sind es sechs reichgebrochene Pfeiler,

die den Flächeneindruck nur andeuten. Eine gleiche Zahl konzentrisch davorgestellter Freisäulen auf den Treppen trägt mit zur Auflösung und zur Vorherrschaft des Spieles bewegter Linien bei. Aber damit nicht genug, nehmen die bogenförmige Rampe und die schwingenden Kurven der Fontänen das Motiv noch einmal auf und betonen es bis zur Grenze des Möglichen.

Eine Variation, aber eine noch kühnere des gleichen Themas (wie I. A./35) zeigt der Entwurf (F. B. II/22) auch hier, wieder bei einem Entwurfe für eine Grotte, versinkt das straffe Gerüst der hufeisenförmigen Grundanlage im An- und Abschwellen der kurvenförmigen Flächen (Abb. 5). Mächtig setzt in dem Mittelrisalit die souveräne Beherrschung Deckers der gliedernden Teile ein. In Form eines vierblätterigen Kleeblattes umkreisen vier Halbbögen die auf vier Pfeilern ruhende Kuppelanlage; bezeichnender Weise in sich schon von unregelmäßiger Gestalt. (Die Seitenbögen bedeutend größer als die zum Hof und Garten.) Die geschweiften Flächen erhalten durch die Säulenstellungen, durch ovale Bildernischen und elliptische Fenster ruhlose Auflösung und Unterbrechung. Das Zentralmotiv wird in den sich anschließenden gekuppelten Nebensälen wiederholt und tobt sich in den geradezu exzentrisch gestalteten Nebenflügeln aus. Tragende Wände sind in dem ganzen Bau kaum vorhanden und die deren Funktion übernehmenden Pfeiler müssen sich einem geradezu unerhörten Zwang der Auflösung beugen.

Eine ganz besondere Hervorhebung verdienen Deckers Treppenanlagen. Sie gehen in den Hauptpunkten weit über die französischen Vorbilder hinaus und bilden ganz zweifellos die Anregungen zu den mit Recht stets bewunderten wirklich ausgeführten Schöpfungen des Barock[11]). Es gibt keinen Entwurf Deckers, bei dem er nicht bedacht gewesen wäre über die notwendige Zweckentsprechung hinauszugehen. Alle größeren Anlagen haben im Mittelrisalit eine geräumige doppelte Treppenanlage, in den Seitenflügeln mindestens noch je eine Freitreppe und über das Ganze zerstreut finden sich dann noch mehrere Wendeltreppen (als geheime Treppen gekennzeichnet). Selbst die einstöckigen Orangeriegebäude, Grotten und Lusthäuser erhalten mindestens zwei Wendeltreppen, um zum Dach gelangen zu können. Die kleineren zweistöckigen Lust- und Landhäuser sind mit einer sehr geräumigen Doppeltreppe am Haupteingange und außerdem noch mit Wendeltreppen versehen. Decker verfolgt neben praktischen Gründen aber zweifellos auch noch ausgesprochen künstlerische Absichten. Dafür bieten die pompösen Doppeltreppenhausanlagen den bündigen Beweis. Beim Entwurf für das fürstliche Haus (F. B. I/2) nimmt die doppelte Treppenanlage unmittelbar nach dem Haupteingang einen sehr bedeutenden Raum ein und geht bis zum Dach durch. Denkt man sich Deckers reiche Ornamentik hinzu, so gewinnt man die Vorstellung eines prächtigen Auftaktes zu dem ganzen Haus. Ganz besonders reich erscheinen dann die Treppenanlagen in den Entwürfen für einen königlichen Palast. Hier befinden sich neben dem prächtigen Haupteingang rechts und links zwei doppelläufige besondere Treppenhäuser mit breiten, bequemen Treppen. Die Podeste zeigen Nischen und Statuen, so daß im Gesamten auch hier ein ganz besonders festlicher Anblick erzielt wird. Der Bedeutung des Gebäudes entsprechend sind auch die Nebentreppen, abgesehen von den zahlreichen Wendeltreppen, besonders die in den Seitenflügeln, außerordentlich aufwendig, bequem und raumbestimmend angelegt.

Bei den Lust- oder Landhäusern legt Decker gleichfalls großen Wert auf eine prunkhafte Ausgestaltung der Treppenhausanlagen. Besonders reizvoll ist der Entwurf für ein Lusthaus (F. B. I. A./37). Die doppelte Anlage nach dem Haupteingang beginnt hier jederseits mit einem geraden Lauf und geht nach dem Podest in eine, um einen Mauerkern herumgeführte, gebogene Anlage über, so daß auch hier der Anstieg getrennt und der Austritt gemeinsam erfolgt. Eine ganz ähnliche Anlage verwertet Decker bei dem Entwurfe für ein königliches Lusthaus.

Vielgestaltiger erscheint dann der Entwurf für die Treppenhausanlage des fürstlichen Palastes (F. B. I. A./30). Wieder handelt es sich um eine unmittelbar auf den Haupteingang folgende Doppelanlage. Dabei sind die Treppen beiderseits rechtwinklig gebrochen, um einen Mauerkern herumgeführt, so daß man ungesehen ansteigen kann und erst beim Austritt zusammentrifft. Türen durch die Mauern ermöglichen aber auch unterwegs den Eintritt in kleine mit Statuen geschmückte Räume.

Schauseiten.

Den reichen Grundrißanlagen entsprechen die Entwürfe für die Schauseiten, die Aufrisse usw. Die Verbindung mit der Umgebung, das Ausklingen der Bauten in der Landschaft stehen dem berauschenden Aufwand der Einzelformen, namentlich dem der betonten Teile der Hauptgebäude gegenüber. Dort ein zartes, allmähliches Abtönen, hier die wichtigsten und vielfältigsten Akkorde eines vollbesetzten Orchesters. Die an sich schon üppig gebildeten Schauseiten bilden gewissermaßen nur den Grundton für eine Fülle von Motiven, die die angeschlagenen Wirkungen noch verstärken. Hierzu rechnen vor allem die Ehrenpforten, die Wassertürme, die Kolonnaden, die Fontänen und Grotten. Die Schauseiten weisen bei aller Vielgestaltigkeit und trotz des Phantasiereichtums Deckers eine Reihe von Gemeinsamkeiten auf, die es hervorzuheben gilt. Wir gelangen am besten durch eine genaue Analyse eines Entwurfes und durch die Erwähnung weiterer Abweichungen und Bereicherungen zur Erkenntnis seiner Absichten. Auf Tafeln 4—5 des ersten Teiles des „Fürstlichen Baumeisters" gibt Decker Aufrisse eines fürstlichen Palastes, die unseren Zielen dienen können.

Der Dreiklang der besonders hervorgehobenen Risalite (Abb. 6) bestimmt den Eindruck. Voll und reich werden diese Hauptakzente des Baues unterstrichen. Die natürlich völlig gleich gebildeten Seitenrisalite zeigen rustizierte, von großen, rundbogig geschlossenen Toren unterbrochene Sockelgeschosse. Darüber erheben sich zwei Stockwerke und darauf noch ein Zwischengeschoß. Durchgehende, mächtige, korinthisierende Pfeiler (Doppelpfeiler an den Ecken, zwei Pfeiler an der Front) fassen die großen drei Achsen breiten Flächen zusammen. Ein wuchtig vorkragendes Gesims, Attika mit Ballustrade klingen in sechs lebendig bewegten Freistatuen aus (den sechs Pfeilern entsprechend, auf Sockeln in der Ballustrade aufstehend). Die deutlich bemerkbare und sehr wesentliche Vertikaltendenz bestimmt auch die Dachanlage. Wuchtige, gebrochene Kuppeldächer, durch dicke Girlanden belebt, Laternen, auf denen Freistatuen aufstehen, bilden den Abschluß. Dieser fast gotische Höhendrang erhält eine merkwürdige Nebenbetonung, durch die, man könnte sagen, bildhauerische Formung des Baublocks. Sockelartige, breite, durch zahlreiche Figuren geschmückte Fontänen lassen die Basis flutend, zerflatternd erscheinen und verwischen den Eindruck des machtvoll vom Boden Aufsteigenden. Die Gesimse zwischen den Stockwerken, die Sohlbänke und Rahmungen der Fenster bringen eine kontrapunktische Note in den Vertikalismus der durchfassenden Pfeilerstellung. Die Fenstergewände sind üppig gehalten und füllen nahezu die Flächen zwischen den Pfeilerstellungen, namentlich in der besonders betonten Mittelachse, wo rundbogig geschlossene Fenster erscheinen. Die oberen Stürze sind stark hervorgehoben. Die Formen, sarkophagartige Vorkragungen im Erdgeschoß, Muscheln mit Voluten im Hauptgeschoß und Voluten und Formen,

[11]) Vgl. V. C. Habicht: Die Herkunft der Kenntnisse Baltasar Neumanns a. a. O. p. 55.

die gerafften Stoffen entlehnt sind, im Mezzaningeschoß, kehren bei Decker häufig wieder.

Eine ähnliche Durchkreuzung ausgesprochener Vertikaltendenzen mit breitschichtig lagernden bildhauerischen Absichten bringt der Mittelrisalit. Selbstverständlich werden hier die Fanfaren noch lauter geblasen. Eine breite, vielstufige Freitreppe, geschwungene Rampen, ein auf freistehenden korinthischen Säulen aufgebauter Portikus, ein hoher Aufsatz und Dreiecksgiebel mit Figuren reißen den Blick in die Höhe. Aber noch stärker als bei den Seitenrisaliten breiten sich vorhangartig die breiten, zerfließenden Schatten des bildhauerischen Schmuckes darüber. Die an sich feste und geforderte Basis, der Sockel des Portikus, wird für das Auge durch das vielfigurige Denkmal, die mit Statuen gezierten Nischen der Rampen und die Bewegungen der Gestalten auf denselben in eine wogende Masse von Licht und Schatten aufgelöst. Die besonders reichen Fenstergewände, Balkone und Sohlbänke stemmen sich gegen die Wucht der vier Freisäulen und der dahinter stehenden breiten, mit vorgelagerten Halbsäulen noch betonten Pfeiler. Andererseits wird die breite Horizontalgliederung des Gesimses durch das in plastischen Wolken schwebende (höchst bezeichnend!), von Engeln gehaltene Wappen gemildert. Der zwerghausartige Aufbau nimmt mit dem Dreiecksgiebel und den drei Freistatuen den Vertikalismus wieder auf, absichtlich wieder durchbrochen durch die überaus reichen Verzierungen der drei rundbogig geschlossenen Fenster.

Eine nicht zu übersehende Rolle für den Gesamteindruck spielen schließlich noch die sich rechtwinklig an die Seitenrisalite (und links an den Seitentrakt) anschließenden „Säulenlauben", die praktisch die Verbindung mit den Seitenhöfen herstellen; in Wirklichkeit aber weit mehr aus dem Drange nach Ueberleitung des Baukörpers in die Umgebung erscheinen. Das sich Auflösende, Ausklingende wird durch diese Anlagen ganz besonders betont und unterstrichen. Die Gestaltung selbst geschieht mit Mitteln, die am Bau selbst bereits verwandt worden sind. Ein rustiziertes, durch bogenförmig geschlossene Fenster belebtes Untergeschoß trägt eine offene Säulenstellung mit Gesims und Attika, ausklingend in reichbewegten Freistatuen.

Diese Grundelemente werden in anderen Plänen mit Steigerung dieser oder jener Seite beibehalten. Turmanlagen und Gestaltung des Mittelrisalites auf ovalem Grundriß bestimmen Pläne wie den F. B. I. A./5. Namentlich bei den Lusthäusern liebt Decker das Motiv der ovalen Form des Mittelrisalites. Für seine Gesamtabsichten sehr bezeichnend sind Entwürfe wie die I. A./36 oder II/23, deren Grundrisse uns bereits beschäftigt haben. Eine kurze Analyse wird uns am schnellsten in Deckers Absichten einführen. Beim Plane I. A./36 (Abb. 7) schafft sich Decker ähnlich wie bei mehreren anderen Entwürfen (vgl. F. B. I. A./10) zunächst einmal durch Unterfütterung des Hauptgebäudes die Möglichkeit zur Anlage seiner sehr wirkungsvollen Rampen und Freitreppen. Die stark bewegten, schwingenden Linien erhalten dadurch von vornherein eine ganz andere Wirkungsmöglichkeit. Wie die hohe Fassung eines edlen Steines hebt dies Mittel alle Finessen und Delikatessen (Fremdwörter absichtlich) einer verschwenderischen und kapriziösen Pracht mit vordringlicher Absicht hoch. Gequaderte Bogenstellungen mit Wasserkünsten hinter ihnen, die Fontänen, die Schwingungen der Futtermauern selbst, der Schmuck mit Statuen, all das läßt viel erwarten, macht gespannt. Eleganz, Leichtigkeit und Fülle zugleich entsprechen der Erwartung. Der offene, turmartige Mittelrisalit mit seinen kühn geschweiften Formen und mit der Fülle der Licht- und Schattenwirkungen und des Zierates, die reizvoll schwingenden Seitenflügel und der Duft, die Grazie des Ganzen können nur bezaubern.

Aehnliche Absichten verfolgt der Plan II/23, der hier kurz noch erläutert werden soll: Terrassenförmig erhebt sich auch hier das künstlich aufgeschüttete Gelände vor einem Kanal, Futtermauern tragen auf einem lebhaft geschwungenen, gezackten, unregelmäßigen Grundriß das Gebäude, zu dem Stufen hinaufführen. In dem Fliehen und Nahen der Flächen, Lichter und Schatten und dem Ueberschwall der Formen bildet der Mittelrisalit mit seinem Turme einen gewissen Halt. Bei näherem Zusehen und Verweilen werden aber auch hier die Blicke hin und her gerissen. Die Fülle der auf hohen Sockeln stehenden Säulen (zwei gekuppelte freistehende und zwei angelehnte an jeder Seite) des Haupteingangs, das mächtige gebrochene Gesims, der Halbbogen mit reliefiertem Tympanon über dem Portal und das in Wolken schwebende, von Engeln umgebene, gekrönte Wappen lassen kein ruhiges Verweilen zu. Fast beruhigend wirken die gemäßigteren Formen der Kuppel und der Laterne. Die geschwungenen Wände der Flügel, ihr Schmuck mit Säulen, Statuen, Medaillons erzeugen wieder Tumult. Man fühlt ein Drängen und Gären und versteht es, daß das Ganze in bewegten Körpern ausklingen muß. Nicht nur die Figuren auf der Attika, auch ihre sehr lauten Gebärden und fast ekstatischen Stellungen sind nötig; ja im Grundriß schon geboren.

Eine besondere Betrachtung verdient ganz selbstverständlich die Gestaltung des königlichen Palastes; denn Decker wirft hier alle seine Trümpfe auf. Mögen ihm die durch Glück, Zeit und Vorbilder auch größtenteils in die Hände gespielt sein, keiner, selbst Schlüter und Neumann nicht, hat vor oder nach ihm so glänzend mit diesen Mitteln gewirtschaftet. Der Zusammenklang des Ganzen, die nachtwandlerisch sichere Gestaltung der Einzelteile, die Fülle der Gedanken sind schlechterdings unübertroffen und einzigartig. Die Grundakkorde (Abb. 8) bietet schon das mächtige Hauptportal, läßt sie nach den Seiten verklingen. Gemäßigtere Töne schlägt die Begrenzung des inneren Hofes an und fortissimo erklingt es schließlich am Hauptgebäude selbst. Dies ist leicht gesagt und schnell getan, doch auch hier macht der Vortrag unseres Redners Glück. Das „Wie" ist nicht so leicht gefunden. Gehen wir zu den Einzelgestaltungen selbst. Der Drang nach kräftigen Licht- und Schattenwirkungen, nach Ausdruck in bewegten Formen bestimmt bereits die Gestaltung der ersten Fläche, der eigentlichen Toranlage. Man verfolge von den Eckflügeln der Wirtschaftsgebäude über das gebogene, gebrochene Torgitter, über die vor- und zurückspringende und halbrunde Fassade der Wachthäuser, das absichtliche Zwischengitter, den Bogen des Hauptportals — und auf der anderen Seite umgekehrt das gleiche — den Rhythmus der ausdruckreichen Form, um Decker zu verstehen. Wie fein ist dann ferner das Hauptportal mit seinen mächtigen gekuppelten Säulen herausgehoben, wie notwendig ist hier alles an Kraft und Pracht. Die gequaderten Arkadenbögen mit ihren Vasen und Statuen leiten über. In gemäßigten Formen klingt das Thema an den Eckgebäuden — dreiachsig, rustiziertes Erdgeschoß, schwacher Mittelrisalit, einfache Fenster und Wandsäulen — aus.

Am Hauptgebäude (Abb. 9) ordnet sich alles dem gewaltigen Portikus des Mitteltraktes unter. Hier ist es die Ordnung der mächtigen sechs durchgehenden Säulen, die die Melodie bestimmt. Noch zweimal wird das Thema an den Seitenflügeln und Quertrakten aufgenommen. Sehr hohe Sockel tragen die Säulen, wie auch die die Wandflächen gliedernden Pfeiler. Ein mächtiges Konsolengesims, eine Dockenballustrade mit Kriegstrophäen und ein besonderer dreichachsiger Aufbau, den Voluten an den Seiten rahmen und der mit einem gebrochenen Segmentbogengiebel, lagernden Figuren und Kriegstrophäen abschließt, bilden den Hauptschmuck des Portikus. Dazu kommen Hermenpfeiler an den Seitenpfosten der drei mittelsten Portale, skulpierte Tympanen an den Nebentüren, ein mächtiges, von Engeln gehaltenes Wappen am

Hauptgesims, eine mit einer Statue geschmückte prächtige Nische des Aufbaues und die reichbehandelte Gewändung der Fenster. Außerordentlich reich und prunkvoll sind die übrigen Wände behandelt. Jede Achse wird durch die bereits erwähnten Pfeiler gerahmt, die ein besonders durch Widderköpfe und Palmetten belebtes Gesims tragen. Die Fenster der beiden Hauptgeschosse und die des Mezzaningeschosses bieten Decker besondere Gelegenheit zur Entfaltung seines Geschmackes und seiner Phantasie. Die des Erdgeschosses reichen bis zum Boden und schließen mit Halbbögen ab. Die Sohlbänke sind durch Konsolen und kartuschenartige Vertiefungen geschmückt. Die Gewandung ist schlicht. Dagegen erscheint die der in den Zwickeln der Halbbogen angebrachten querovalen Oberlichtfenster mit Voluten und Palmetten belebt. Die Sohlbänke der Fenster des Hauptgeschosses zeigen ein durchbrochenes eiförmiges Ornament, die Seitenpfosten enden in Voluten, die ein Gesims mit abschließendem Dreieckgiebel tragen. Die querrechteckigen Mezzaninfenster zeigen gebrochenes bildrahmenartiges Gewände mit ohrmuschelartigen oberen Verbreiterungen und Girlanden an den Seiten.

Bestimmend im Gesamtbilde (Abb. 8) wirken dann noch die flachen Dächer, die verschiedenartig gebildeten Türme, die Statuen, Obelisken, Fontänen und nicht zuletzt die souveräne Beherrschung der ganzen Landschaft. Auf den letzten Punkt wird bei einer Behandlung der Gartenanlagen noch einzugehen sein.

In diesem Zusammenhange wäre noch kurz auf Deckers Entwürfe für Ehrensäulen und Türme hinzuweisen. Es wird sich empfehlen, zunächst die Turmentwürfe zu betrachten, weil hier die Zusammenhänge mit Schlüters und Sturms Ideen deutlich werden müssen. Hofmanns Vorwurf, Decker habe Schlüters zweiten Entwurf sklavisch kopiert, kann nur auf einem Mißverständnis beruhen[12]). Die beiden Pläne haben kaum mehr gemeinsam, als daß es sich hier und dort eben um einen Turm handelt. Der Gedanke, ein solches Bauglied an sich mit zur Gestaltung der Anlagen zu benutzen, mag unbenommen Schlüter allein gehören oder wenigstens von ihm Decker übermittelt worden sein, dafür muß man die Eigenart der Deckerschen Formengestaltung aber auch restlos zugeben. Deckers Pläne (F. B. I. A./3 und II/1) unterscheiden sich schon im Aufbau dadurch von denen Schlüters, daß sie anstatt des hohen, rechteckigen Unterbaus ein breites vieleckiges Sockelgeschoß wählen, auf dem sich mehrere, sich verjüngende Geschosse nach oben zu erheben. Dazu kommt aber noch Deckers Drang nach gebrochenen, geschwungenen Flächen und sein Sinn für reichen Dekor und Ornamentik, die seine Entwürfe vollends als Kinder seines beweglichen Geistes erscheinen lassen. Der erfindungsreichere der beiden Pläne ist zweifellos der zu einem fürstlichen Palaste gedachte, während der andere in manchem die Anregung — aber nicht mehr! — von seiten des zweiten Schlüterschen Entwurfes erkennen läßt. Er soll deshalb zunächst behandelt werden. Hier ist als Grundform, wie der von Decker beigegebene Grundriß deutlicher erkennen läßt, zwar ein Rechteck genommen, dessen Seiten werden aber durch die stark gequaderten Pfeiler und die Muschelfontänen fast wieder aufgelöst und jedenfalls in Schwingung versetzt. Gleich darüber erheben sich (im Gegensatz zu Schlüter) durchbrochene Geschosse, und zwar fünf, sich nach oben verjüngende. Während bei dem untersten noch gequaderte Pfeilerstellungen erscheinen, werden in den folgenden nur noch Säulen verwandt. Für Decker kennzeichnend ist aber vor allem schon hier die Einzelbehandlung. Die Eigenart des Sockelgeschosses wurde bereits hervorgehoben. Sie wird noch betont durch den gebrochenen Dreiecksgiebel mit den lagernden Figuren und Wappen und vor allem durch die überaus reichen Türgewandungen. Als seine Erfindung erscheinen ferner die Nische mit den drei allegorischen weiblichen Gestalten im dritten Geschoß und die Hermenpfeiler im vierten. Der obere laternenartige Abschluß nimmt zwar deutlich Gedanken von Schlüters zweitem Entwurf auf, bildet sie aber um und bereichert sie.

Schon der Grundriß des anderen Entwurfes (Abb. 10) zeigt, daß Decker hier mehr in seinem Element ist. Die rechteckige Grundform ist schon durch die außerordentlich bewegte Gestalt der Eckpfeiler mit ihren Fontänen und nach außen vorgelagerten halbrunden Treppen aufgelöst. Der Aufriß zeigt Deckers Absichten noch unverhüllter. Dem vollständig offenen, durch zwölf Türen durchbrochenen Sockelgeschoß ist jede Schwere und der turmartige Charakter der Schlüterschen Entwürfe genommen. Pfeiler gliedern die in Streifenquaderung belebte Fläche und tragen ein mit Kriegsemblemen verziertes Gesims. Ueber den Haupttüren erheben sich Dreiecksgiebel, die mit von Engeln umgebenen Wappen und lagernden allegorischen Figuren geschmückt sind. Die rundbogig geschlossenen Türen führen zu Durchgängen, die an den Seiten reich geziert (gemalt?) sind und kassetierte Tonnengewölbe zeigen. Dazu kommen Relieffelder über den Türen, Girlanden, Masken und eine sehr reich belebte Attika. In den oberen Geschossen bilden Säulen und Säulenpfeiler die Gliederung. Die im Sockelgeschoß angeschlagenen Motive werden in üppiger und geschmackvoller Weise wiederholt. Außerordentlich anziehend ist der oberste Abschluß, ein laternenartiges Gebilde, zur Aufnahme des Glockenspieles bestimmt, gestaltet. Wie ein kostbarer Knauf einer edlen Goldschmiedearbeit ruht diese Krönung des überschwänglichen Phantasiegebildes auf. Geschwungene Voluten tragen ein gebrochenes Gesims, auf dem mit Früchten und Blattwerk gefüllte Vasen ruhen. Die mehrfach eingeschnürten Wülste des obersten Abschlusses tragen zuletzt eine weibliche Figur, die einen Fruchtkorb hochhält.

Versenkt man sich in den Erfindungsreichtum, den der Wirklichkeit fast feindseligen, der Entwürfe für Ehrensäulen und Ehrenpforten, so begreift man es kaum, warum sich Decker bei einem wirklichen Auftrage so sklavisch an das Schlütersche Denkmal des großen Kurfürsten gehalten hat, und meint zu ahnen, daß dabei Wünsche des Bestellers maßgebend gewesen sein müssen. Es mag genügen, zwei Beispiele anzuführen. Der Entwurf für eine Ehrensäule (F. B. I. A./4) zeigt bereits im architektonischen Aufbau Deckers Eigenart. Auf einem Sockel von geschwungenem, unregelmäßigem und annähernd viereckigem Grundriß erheben sich sechs gewaltige korinthisierende Säulen, die ein gebrochenes Rundgebälk tragen, über dem sich noch einmal ein schmaler Bogen spannt. Reichliche Verwendung finden Figuren als Schmuck. An den Ecken des Sockels sitzen Gefesselte (zweifellos Erinnerung an Schlüters Denkmal). In vier Nischen stehen allegorische, weibliche Gestalten, auf den gebrochenen Volutengiebeln lagern personifizierte Tugenden. Im Innern der Säulenstellung steht die Gestalt des Fürsten auf einem von Figuren umlagerten Sockel. An den Ecken wieder Freifiguren. Praktisch kaum ausführbar sind dann die freischwebenden, den Fürsten in der Höhe umrauschenden Engel und Gestalten, ebenso wie die zuhöchst in Wolken schwebenden Engelgruppen. Große Stoffdraperien an dem Rundgebälk und plastisch gedachte Wolken steigern den Eindruck der Phantastik, erhöhen aber auch die Bedenken, besonders hinsichtlich der Uebertragung in die Wirklichkeit.

Etwas gemäßigter, aber immerhin noch überschwänglich genug, erscheint der Entwurf für eine Ehrenpforte (I. A./1) (Abb. 11). Wieder verwendet Decker einen un-

[12]) Vgl. Hofmann: a. a. O. p. 163. Die Unterschiede sind so deutliche, daß sich ein Nachweis der Selbständigkeit Deckers gar nicht lohnt (Abb. von Schlüters Entwurf in Gurlitt: A. Schlüter a. a. O. p. 167).

regelmäßigen, etwa halbrunden, reich belebten Grundriß. Das Ganze erinnert stark an seine Entwürfe für Grotten und Lusthäuser. Der stärkste Akzent liegt auf dem Mittelportal. Hier öffnet sich zunächst ein Raum, der mit einem kassettierten Kuppelgewölbe geschlossen ist, darauf folgt erst der eigentliche Torbogen mit kassettiertem Tonnengewölbe. Als oberer Abschluß dient ein offener laternenartiger Aufbau, in dessen Mitte das Reiterdenkmal eines Fürsten erscheint. Eine unregelmäßige Pyramidenspitze, die mit Wolken, Medaillons, Figuren reich belebt ist, eine Kugel und zu oberst ein kronenhaltender Engel schließen das Ganze ab. Aehnliche Pyramiden, die mit Figurengruppen bekrönt sind, sitzen auf den Seitendächern. Der Drang zur Höhe und zur Belebung äußert sich auch in den die Ballustrade zierenden Gestalten und Emblemen. Neben den Pfeilerstellungen der Seitenportale, den gekuppelten Säulen des Mittelteils bereichern zahllose bildhauerische Arbeiten als Statuen und Reliefs den an sich schon überstark bewegten Aufbau.

Das bürgerliche Wohnhaus.

Es überrascht, den kaum Maß und Ziel kennenden und den höchsten Ansprüchen im Ueberschwang Genüge leistenden Meister den Nützlichkeitsstandpunkt einnehmen und sich bei seinen Entwürfen für das Bürgerhaus den gegebenen Bedürfnissen unbedingt fügen zu sehen. Decker geht in der Civilbaukunst [13]) allerdings nur mit drei Tafeln auf das Thema ein. Ein Bürgerhaus, ein Kaufmannshaus und ein „adeliches Lust- und Wohnhaus auf dem Landte“ werden in Grund- und Aufrissen behandelt. Wie immer, dient der kurze Text lediglich zur Erläuterung der Pläne. Der Grundriß des bürgerlichen Wohnhauses wird durch einen senkrecht zur Front verlaufenden Flur, der in der Mitte eine Wendeltreppe aufnimmt, in zwei gleiche Hälften geteilt. Drei Räume, von denen der mittelste Küche ist, erscheinen auf jeder Seite. Die doppelte Anbringung der Küche zeigt, daß Decker ein Zweifamilienhaus vorschwebt. Der Aufriß des $2^1/_2$stöckigen, von einem deutschen Dach abgeschlossenen Hauses ist einfach, den Verhältnissen Rechnung tragend gehalten. Quaderung der Einfassungssteine, Tür- und Fenstergewände und zwei Horizontalgesimse bilden den schlichten Schmuck des nach der dorischen Ordnung gedachten Hauses. Der Zusammenhang mit Sturms Zeichnung nach Goldmanns Ideen ist klar und bestimmend [14]).

Beim Grundriß des Erdgeschosses des Kaufmannshauses (Abb. 12) fällt vor allem die Benutzung von Gewölben für sämtliche Räume auf. Das außerordentlich geräumige, dreischiffige Vorhaus, das auf der Rückseite noch die Treppenanlage und einen kleinen tonnengewölbten Saal aufnimmt, teilt auch hier wieder das Haus in zwei Hälften, von denen die linke zur Unterbringung der Kontorräume gedacht ist, während rechts Lagerräume für Waren erscheinen. Das zweigeschossige, siebenachsige Haus ist im Untergeschoß durchgehend gequadert und durch dorische Pfeilerstellungen gegliedert. Das breite, rundbogig geschlossene Portal befindet sich der Fluranlage gemäß in der Mitte. Das Obergeschoß entspricht durch eine jonische Pfeilergliederung und ein größeres, rundbogig geschlossenes Fenster in der Mitte der unteren Anordnung. Ein mit einer großen Kartusche geschmückter Dreiecksgiebel schließt in der Mitte nach oben ab. Das französische Dach wird durch je zwei Ochsenaugenfenster an den Seiten belebt. An den Ecken des Firstes sitzen Vasen.

Das „adeliche Lust- und Wohnhaus auf dem Landte“ der Civilbaukunst ist als ein rechteckiger Gebäudetrakt um einen inneren mit einer Fontäne geschmückten Hof angelegt. Freitreppen an der Vorder- und Gartenseite vermitteln die Verbindung nach außen. Auf der Vorderseite gelangt man von der Treppe unmittelbar in den Hauptsaal, dem auf der Gartenseite das Speisezimmer entspricht. Vier Wendeltreppen an den inneren Ecken der Hofseiten — vorne zwei größere, hinten zwei kleinere Geheimtreppen — stellen die Verbindung mit den oberen Geschossen her. Die übrigen Räume sind in den üblichen Verteilungen gehalten. Keine Verbindungsgänge und durchgehends gewahrte Enfilade sind charakteristisch. Die Schauseite zeigt gequadertes Kellergeschoß, darüber erheben sich zwei Stockwerke, die bei ihren 13 Achsen durch durchgehende korinthische Pfeiler zusammengehalten werden. Der Mittelrisalit tritt nur wenig hervor und schließt mit einem Dreiecksgiebel ab. Eine Attika mit Balustrade und Figuren bildet den oberen Abschluß vor dem gewalmten Dache. Sehr aufwendig sind die Fensterumrahmungen gebildet. Im Kellergeschoß rundbogig geschlossen, mit Schlußstein und rechteckigen Verbreiterungen an den Seiten geschmückt. Diese ohrenartigen Verbreiterungen zeigen auch die der Hauptgeschosse; im Erdgeschoß darüber Sarkophaggiebel, im Hauptgeschoß abwechselnd Dreiecks- und Segmentbogenabschlüsse.

Kühner und „moderner“ geht Decker bei dem Entwurf eines adeligen Landhauses im „Fürstlichen Baumeister“ [15]) vor (Abb. 13). Der Drang nach bewegten, beschwingten Formen kommt zu seinem Recht. Schon der bogenförmig vor dem Vorhof angelegte Graben mit seinen beiden Wachthäuschen gegenüber dem Haupteingange, dem in feinfühliger Weise die Treppenanlage nach dem Garten auf der Rückseite entspricht, bringt Rhythmus und Bewegung in die Grundlegung. Die an das Hauptgebäude angeschlossenen, von drei runden Treppen umschwärmten, einräumigen Flügel (mit dem Speisesaal links und einem Grottensaal rechts) setzen die Stimmung fort. Im Hauptgebäude nehmen der sehr geräumige Vorplatz mit einer doppelten Treppenanlage und der große Saal die Mitte des Raumes ein. Die daran anschließenden Zimmer (fünf links, vier rechts) bilden die eigentlichen Wohnräume. Die Schauseite bietet die uns bereits vertrauten Elemente der Deckerschen Art: Quaderung des Erdgeschosses, dreiachsiger Mittel- und einachsige Seitenrisalite, Pfeilerstellung im Obergeschoß, rundbogig geschlossenes Portal mit entsprechendem größeren Fenster darüber, Mansardendach, reiche Fenstergewände. Reizvoll sind die pavillonartigen Anbauten behandelt. Eine Dockengalerie verbindet sie mit dem Hauptgebäude. Ueber den geraden Brüstungen erscheinen Reliefs. Die rundbogig geschlossenen Fenster werden von mit Girlanden geschmückten Pfeilern gerahmt. Ein mit einer Vase und zwei lagernden Figuren gezierter Dreiecksgiebel schließt nach oben ab, hinter dem oben abgeflachte Halbkuppeldächer auftauchen. Je zwei Statuen krönen freistehend die Voluten der Seiten.

(Abb. 13 folgt.) (Schluß folgt.)

---

13) Vgl. P. Decker: Civilbaukunst, III. Teil, Tafel E—G.
14) Vgl. Schmerber: a. a. O. Abb. 12 und p. 104 ff.
15) Vgl. „Fürstlicher Baumeister“, II. Teil, Tafeln 39 u. 40.

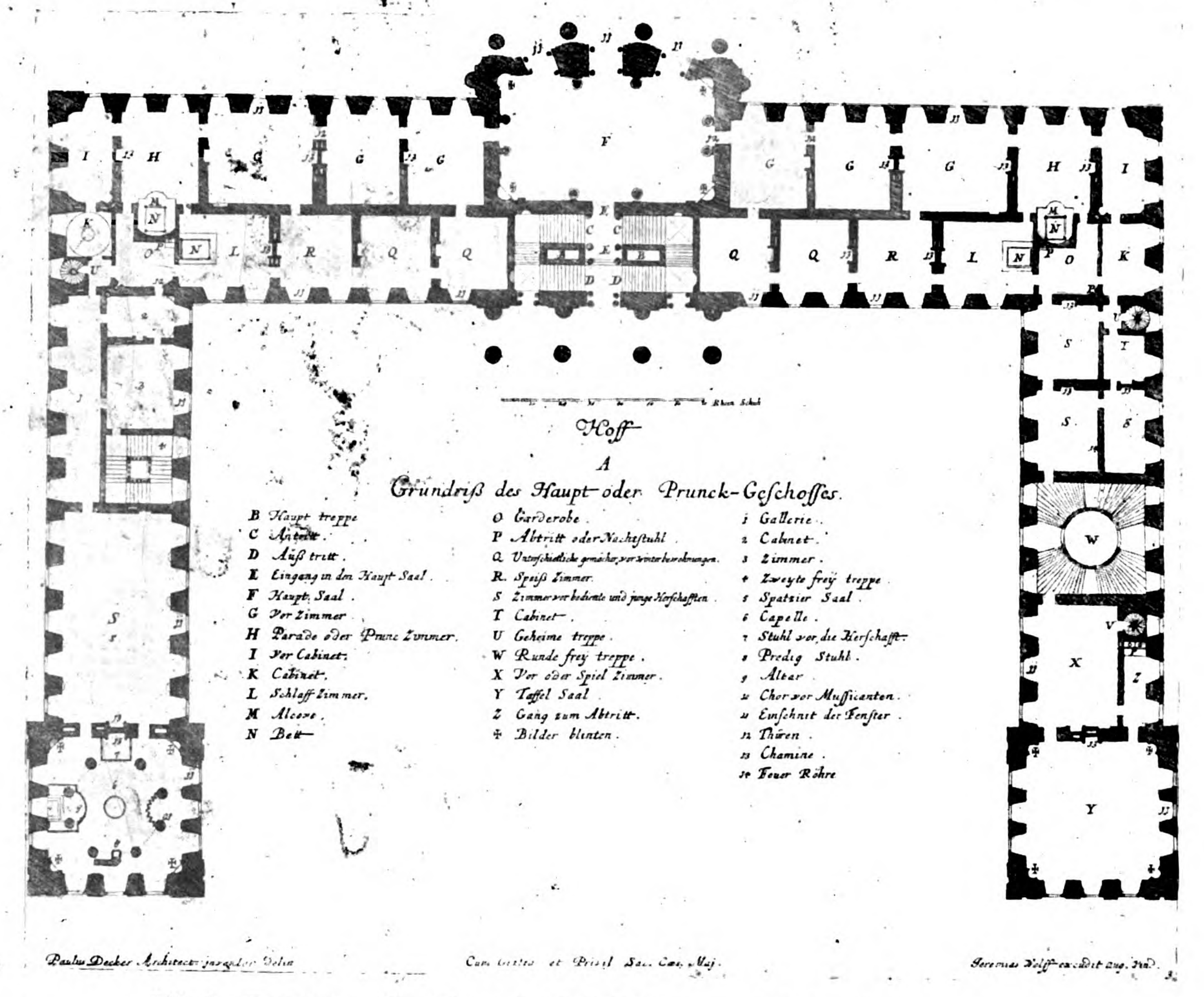


Abb. 1. *Tafel 3 des „Fürstl. Baumeisters“ I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

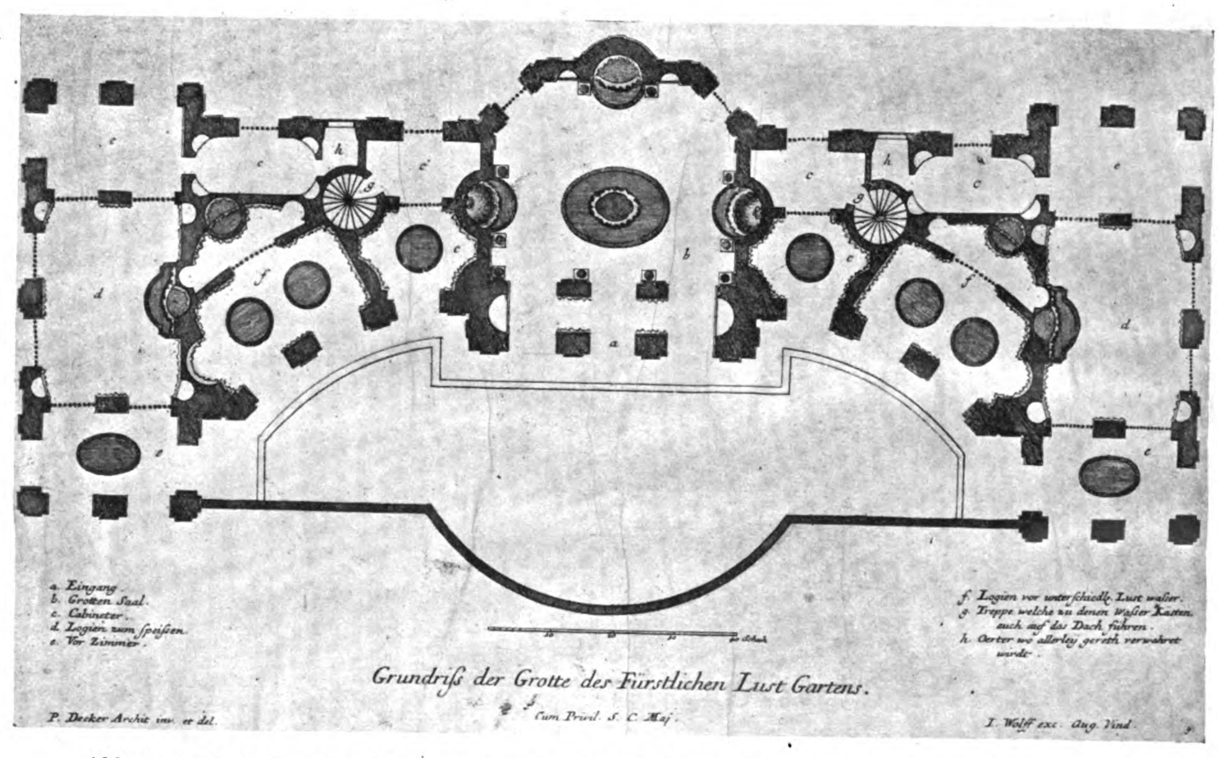


Abb. 3. *Tafel 9 des „Fürstl. Baumeisters“ Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

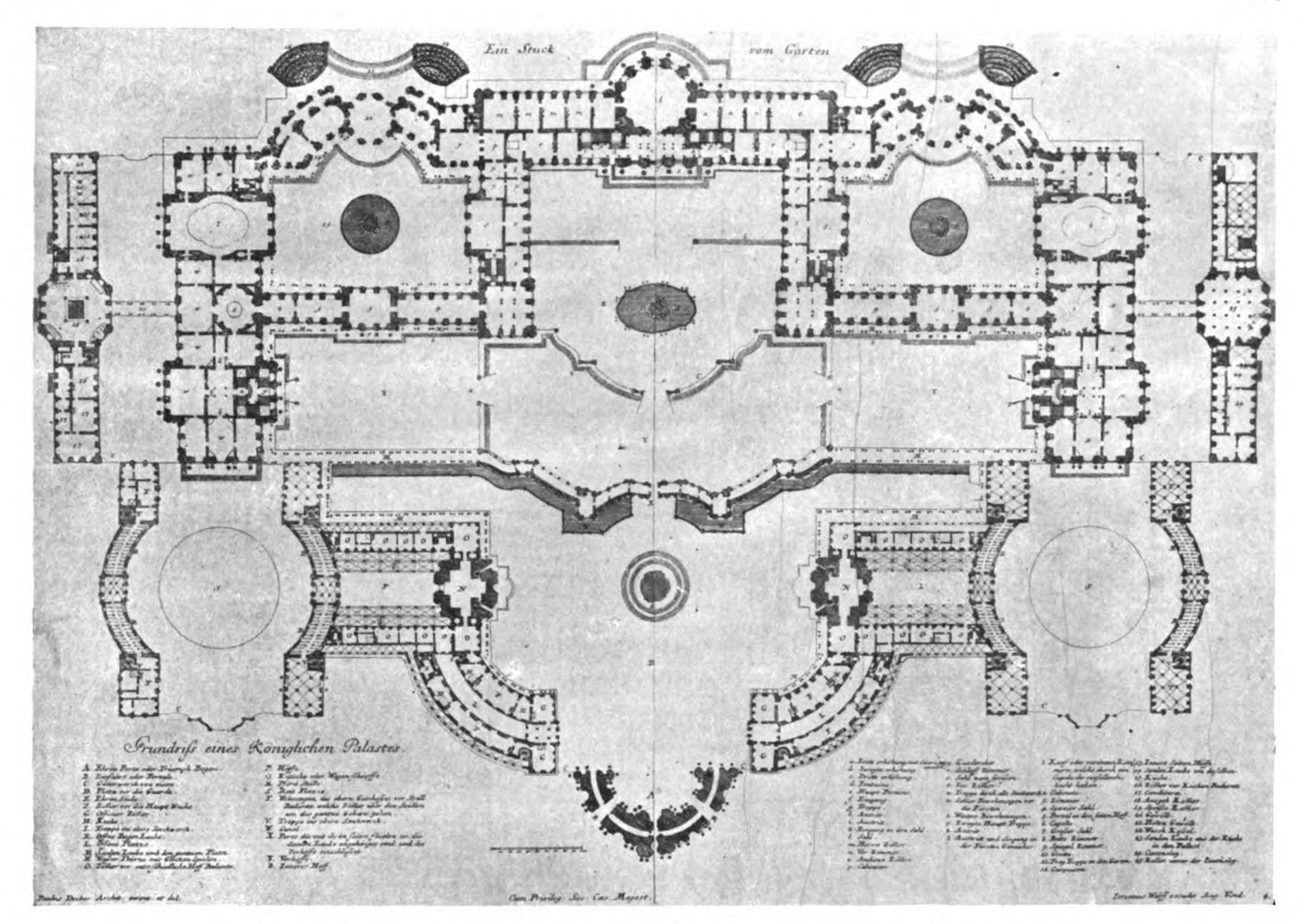


Abb. 2. *Tafel 4 des „Fürstl. Baumeisters" II. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

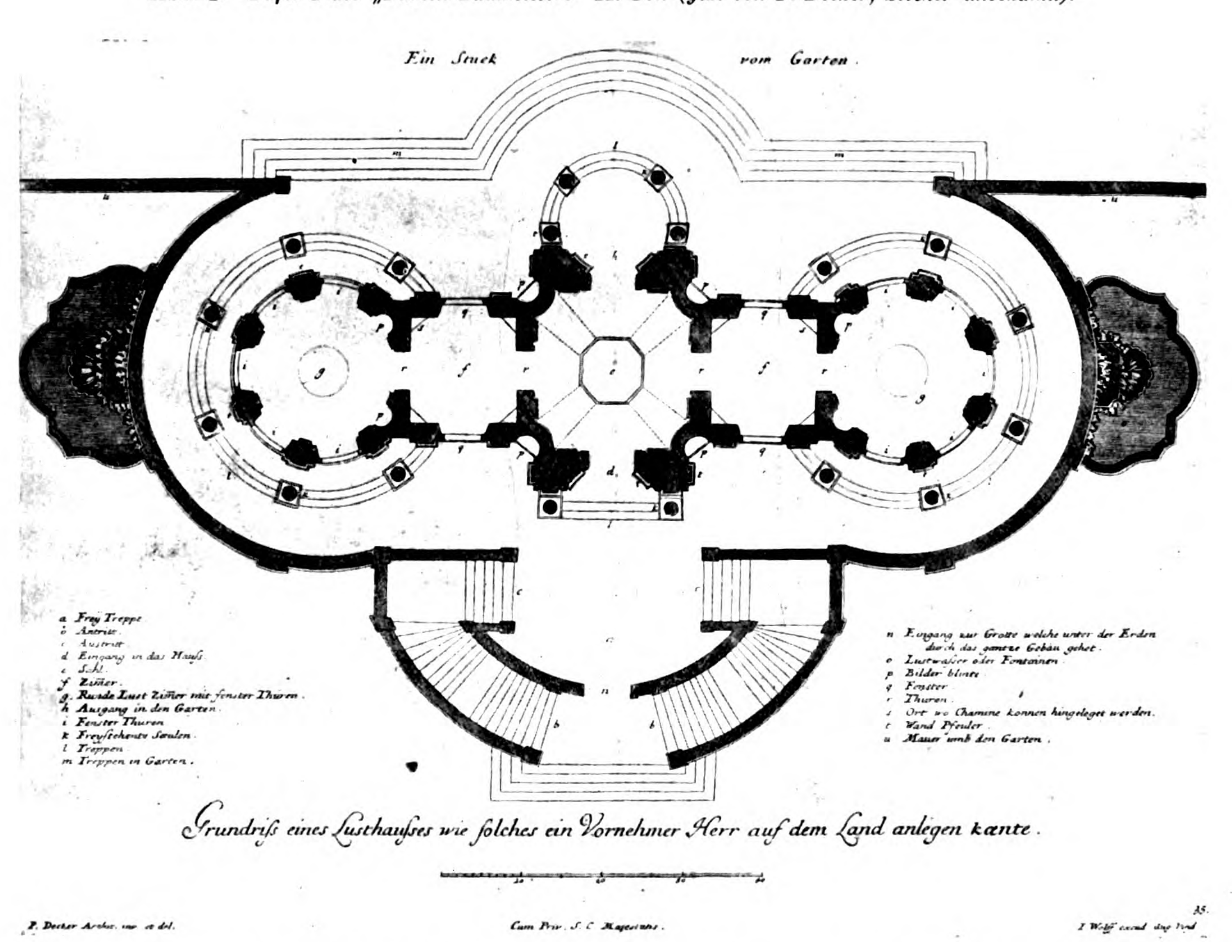


Abb. 4. *Tafel 35 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

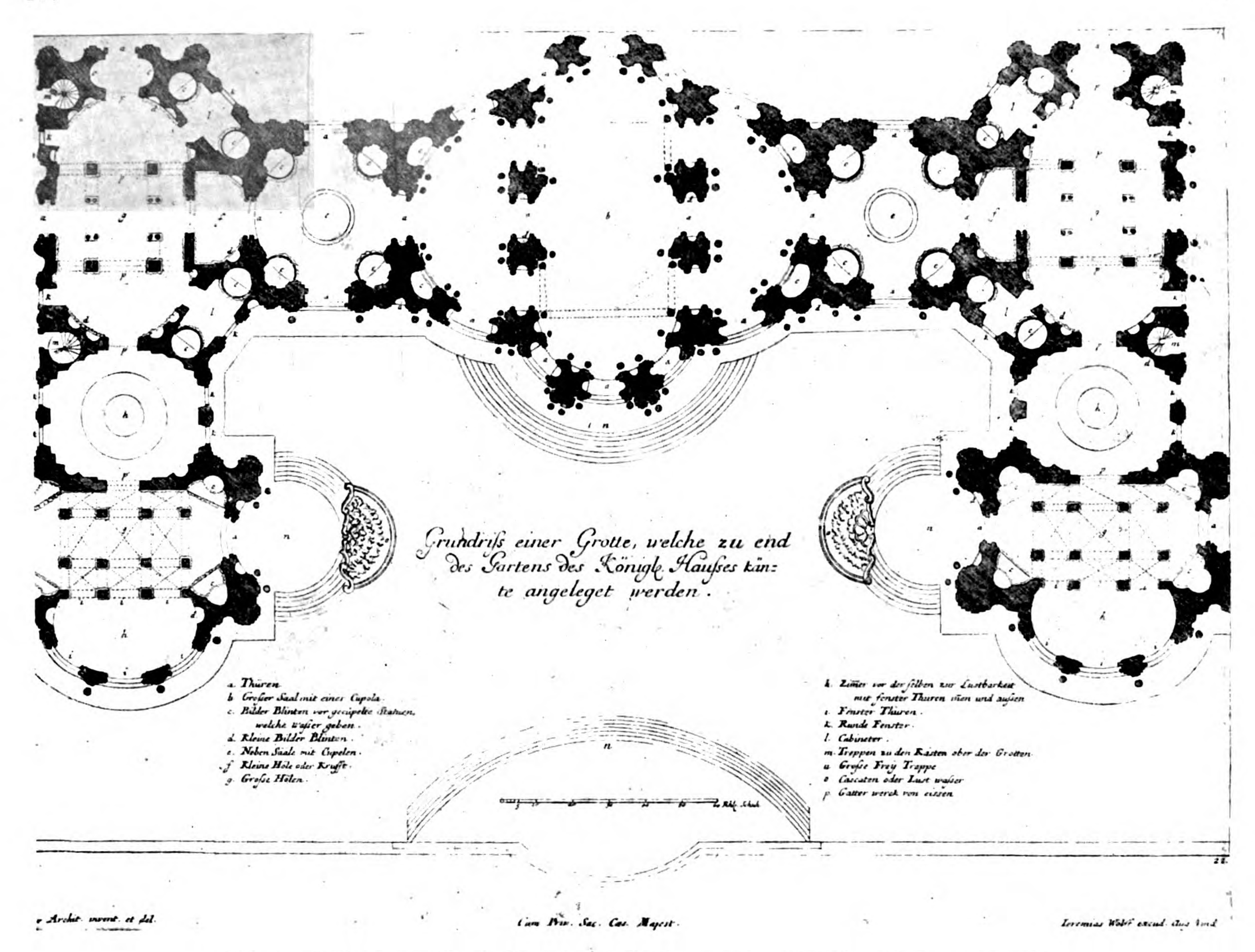


Abb. 5. *Tafel 22 des „Fürstl. Baumeisters" II. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

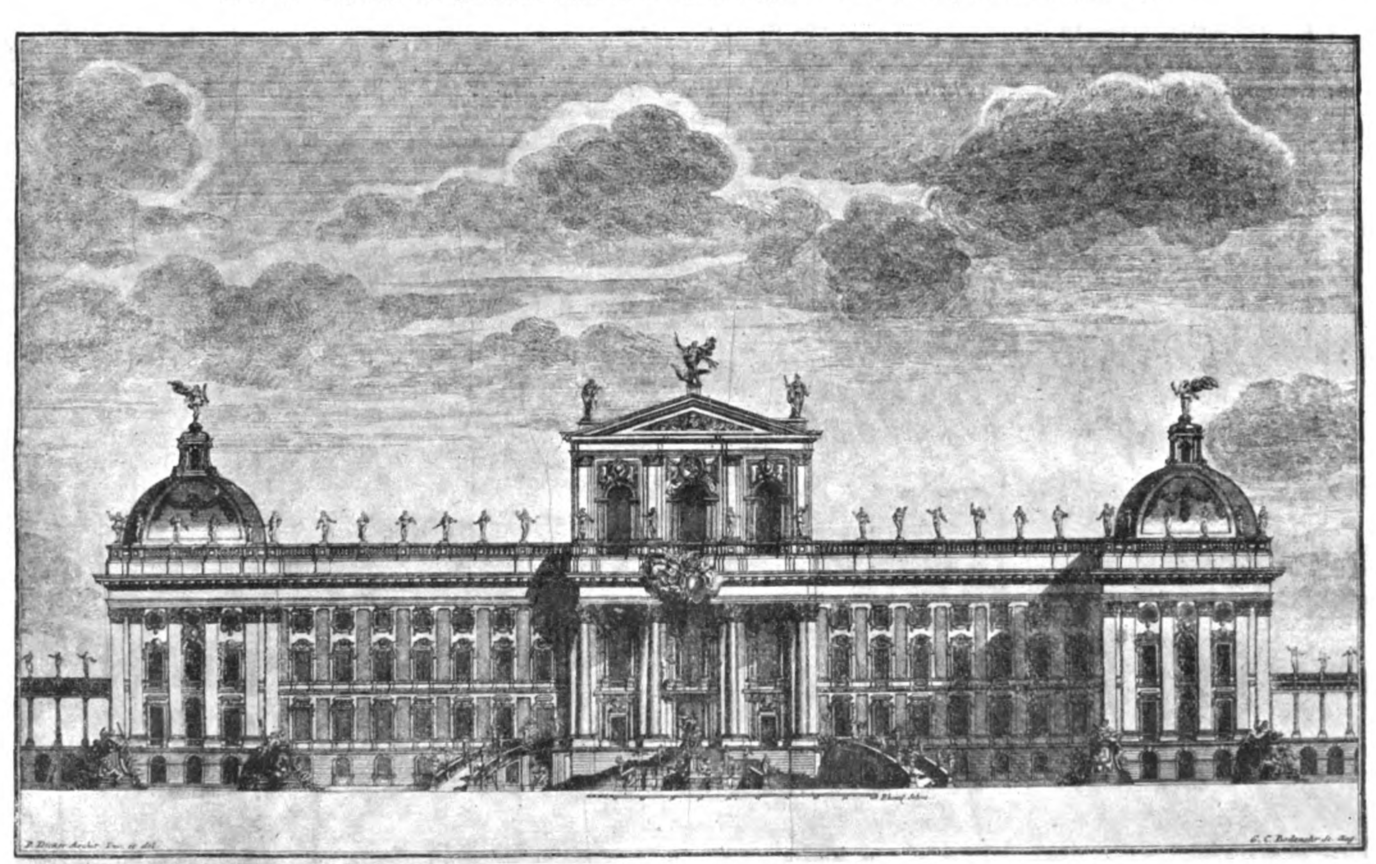


Abb. 6. *Tafel 4 des „Fürstl. Baumeisters" I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: G. C. Bodenehr).*

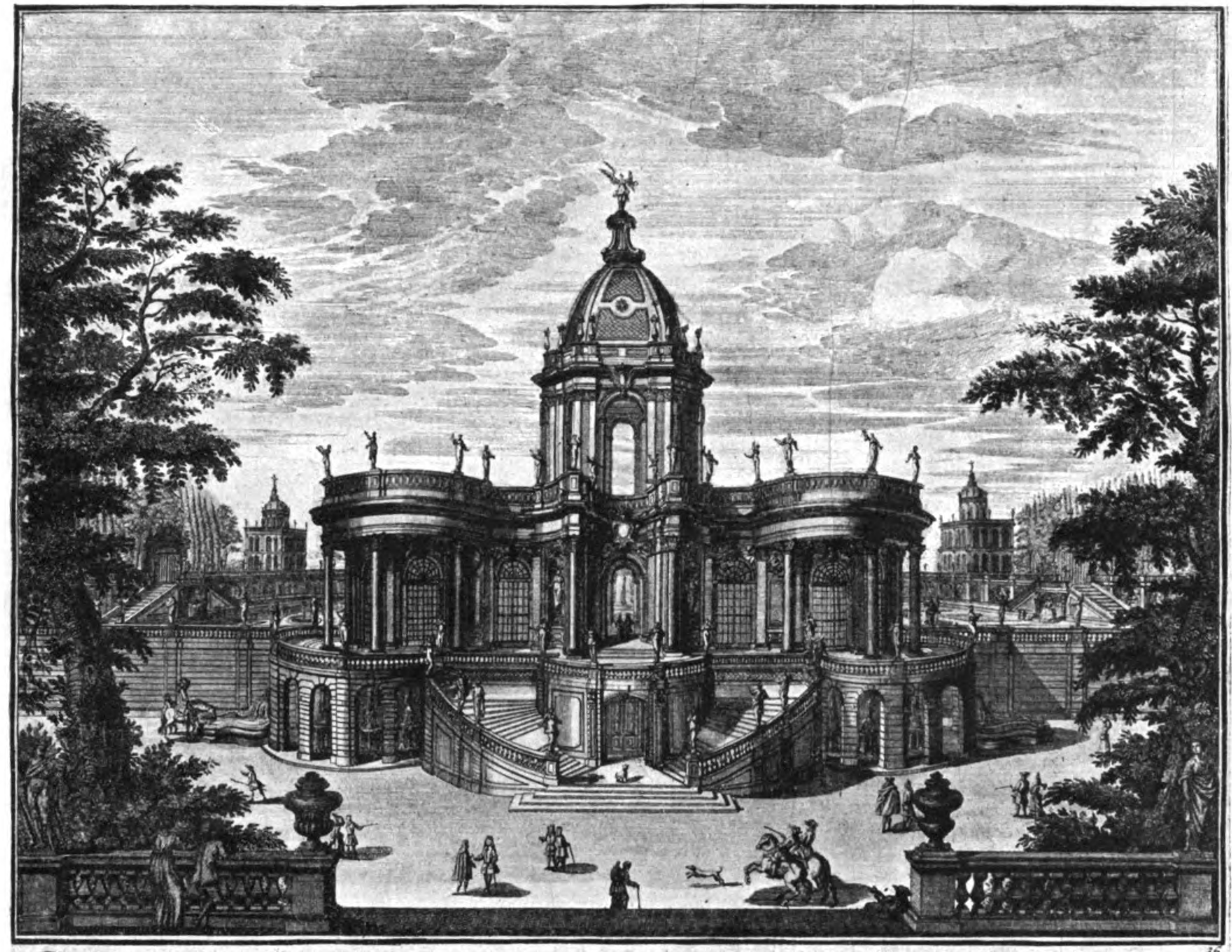


Abb. 7. *Tafel 36 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Carl Rembshardt).*

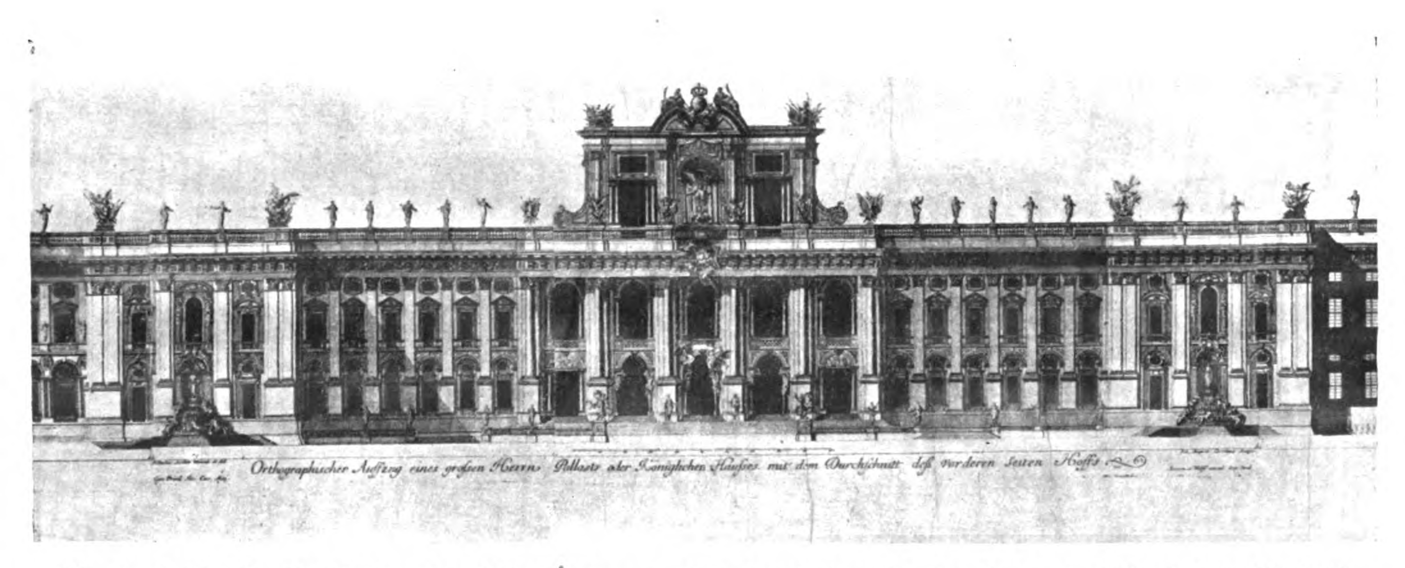


Abb. 9. *Tafel 5 des „Fürstl. Baumeisters" II. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Joh. Aug. Corvinus). Teilaufnahme (Mittelteil).*

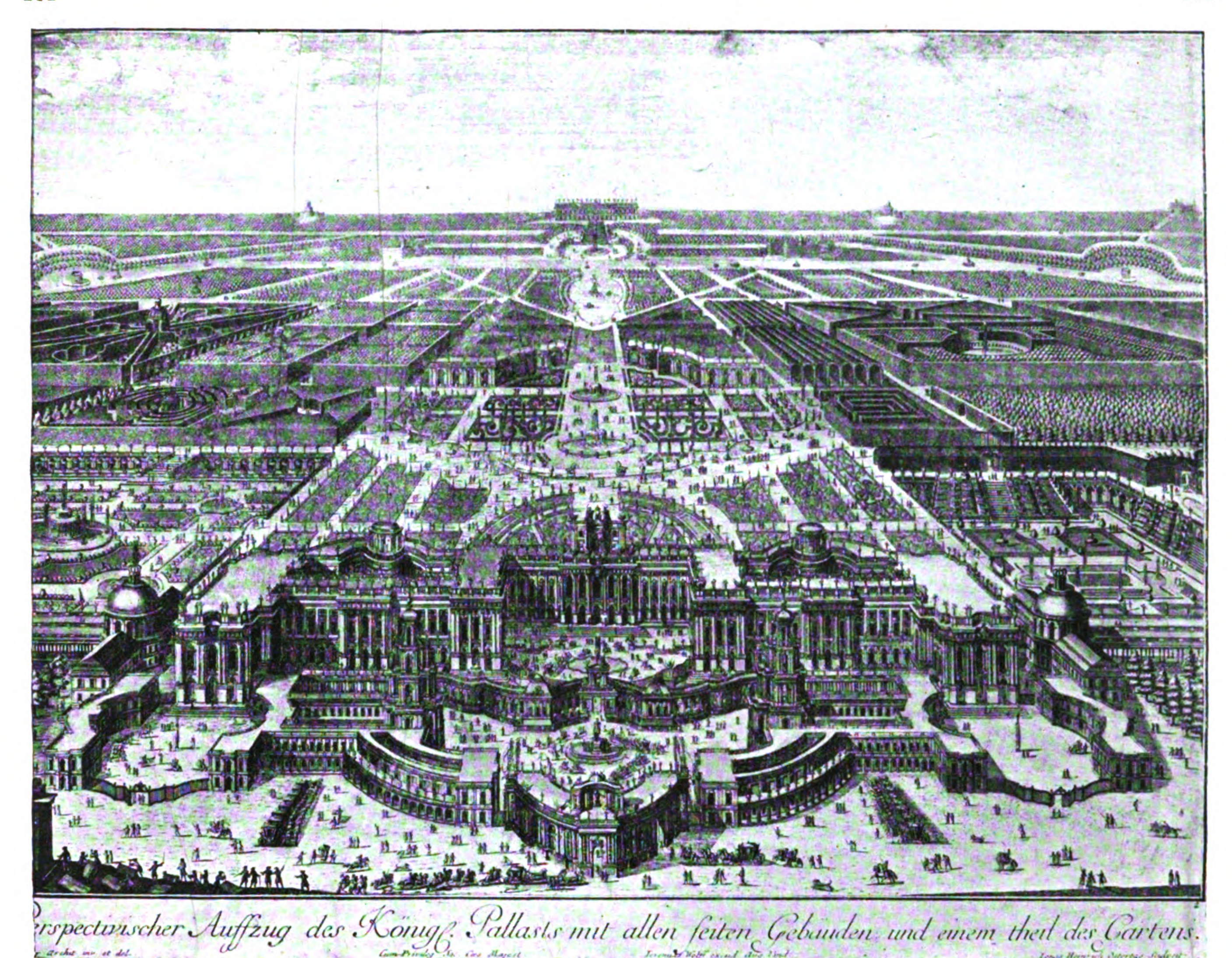


Abb. 8. *Tafel 2 des „Fürstl. Baumeisters" II. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Jonas Heinrich Ostertag).*



Abb. 11. *Tafel 1 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Heinrich Jonas Ostertag).*

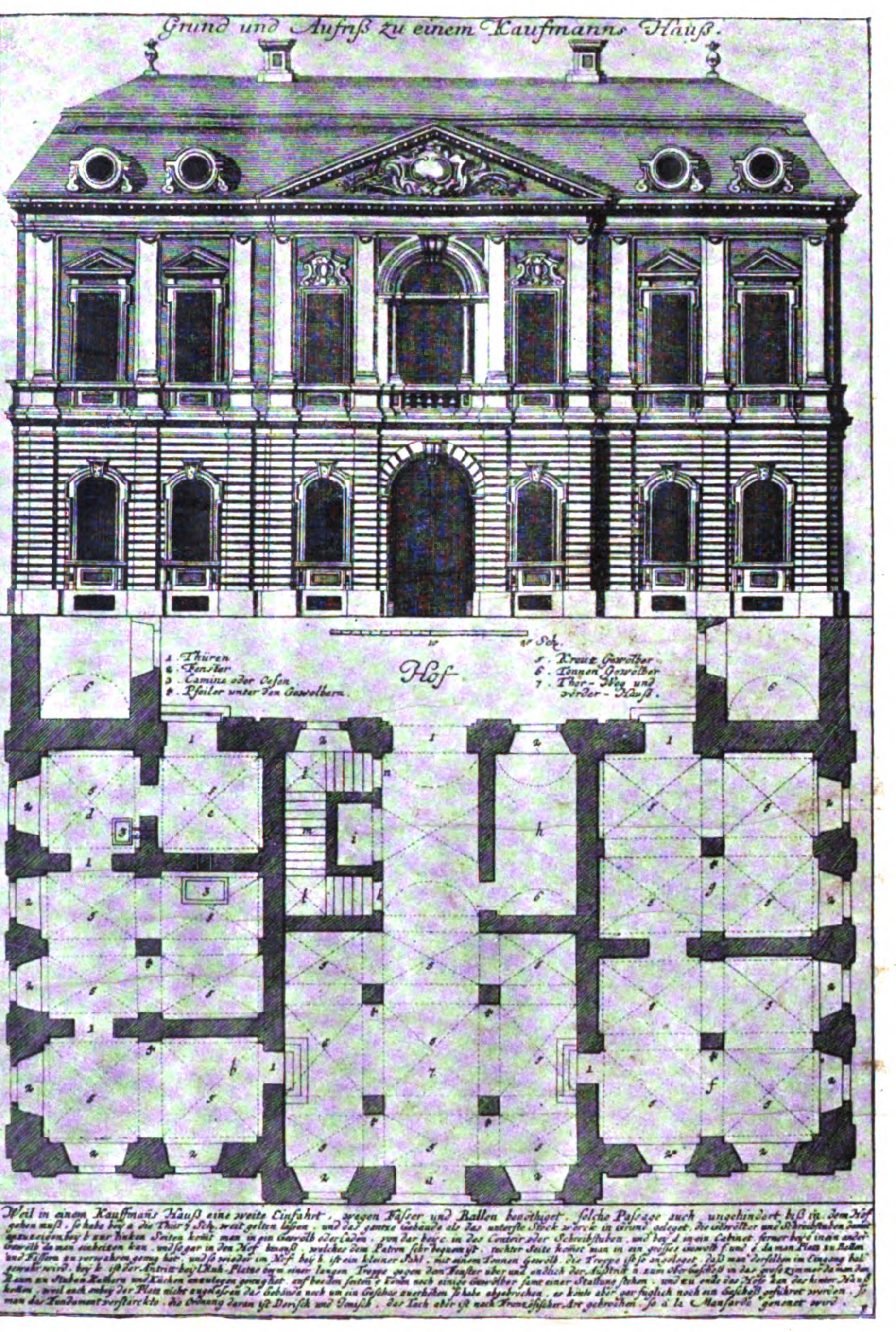


Abb. 12. *Tafel F der „Civilbaukunst" III. Teil (unbezeichnet).*

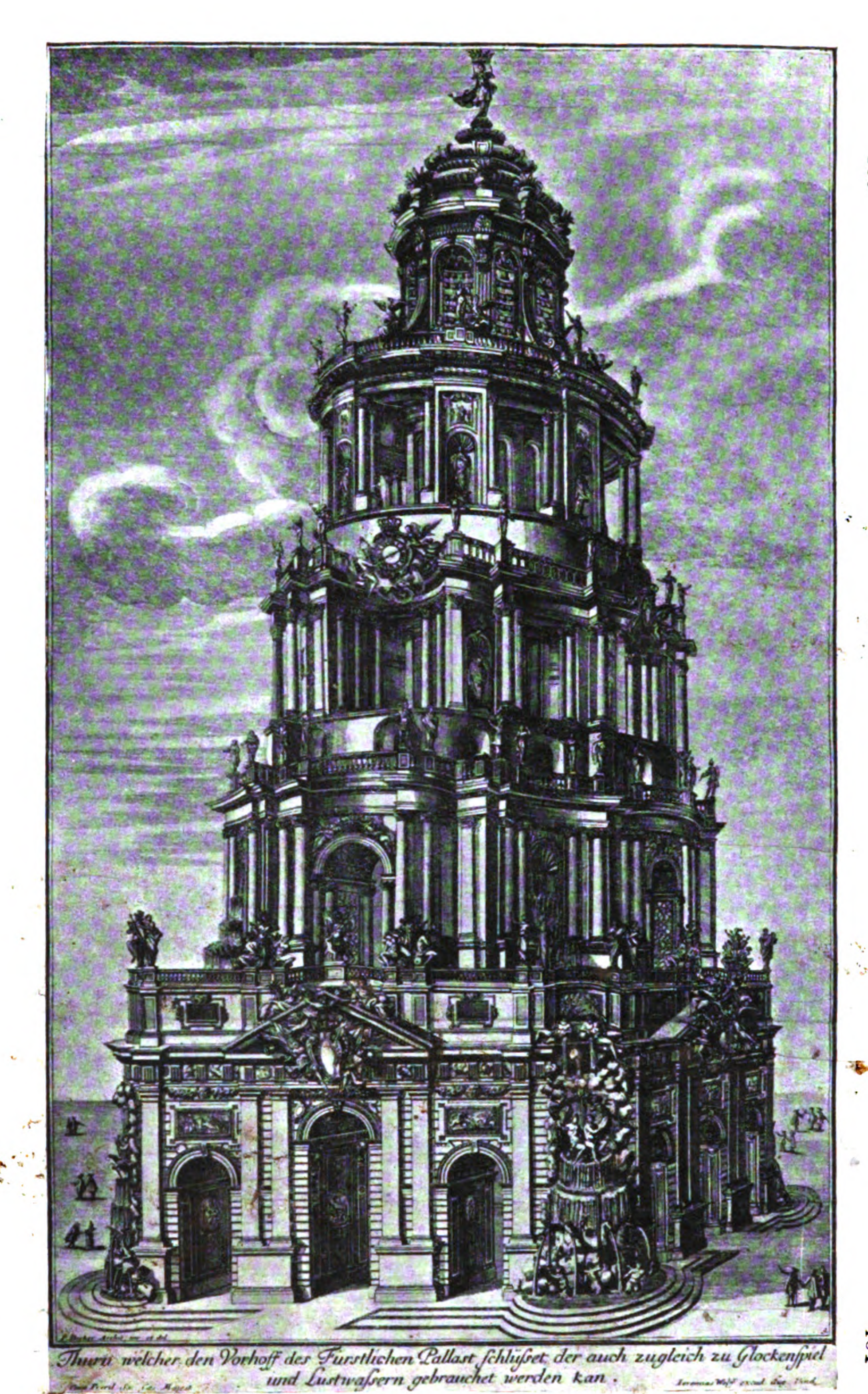


Abb. 10. *Tafel 3 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

Vereinfachung der Erddruckberechnungen.

Von Professor O. Franzius (Hannover).

Bei der Durchsicht von Entwürfen für Ufer- und Stützmauern usw. fällt es immer wieder auf, daß in den meisten Fällen der Erddruck mit Hilfe geometrischer Konstruktionen auf das feinste bestimmt wird, anstatt durch Anwendung einer einfachen Formel. Derselbe Ingenieur, der sich notgedrungen damit begnügen muß, die Tragfähigkeit des Bodens auf z. B. ganze 5 $^t/_{qm}$ abzurunden oder die Tragfähigkeit der Pfähle um je 5 ^{t} abzustufen, bestimmt den Erddruck auf seine Mauer mathematisch genau, trotzdem in der Mehrzahl der Fälle die Kenntnis der entscheidenden Eigenschaften des drückenden Bodens nicht genauer bekannt sind, als die des tragenden. Dazu kommt noch ein Weiteres: Die Frage nach der richtigen Art der Berechnung des Erddrucks ist noch keineswegs restlos beantwortet. Ich will dabei auf die Gegensätze der Theorien[1], wie z. B. zwischen Coulomb und Rancine bestehen, nicht eingehen, sondern nur auf rein praktische Unterschiede hinweisen.

Bis jetzt rechnet man durchgehends so, als ob der Erddruck sich proportional der Tiefe, also mit geradliniger Begrenzung der hinteren Linie der Druckfläche unbegrenzt nach unten fortsetzte. Nach den von Brenneke und anderen Ingenieuren gemachten Erfahrungen über Reibungswiderstände bei dem Absenken von Luftkästen, darf man annehmen, daß der Erddruck in größeren Tiefen (etwa über 6 ^{m}) langsamer zunimmt, also relativ abnimmt. Ueber die Art und Größe der Abnahme ist jedoch nichts bekannt. Man rechnet also bei dem aktiven Erddruck schon zweifellos zu ungünstig, wenn man ihn in größeren Tiefen proportional der Tiefe wachsen läßt. Der zweite Punkt, der für die Standsicherheit von größtem Einfluß ist, ist die Neigung der Erddruckkraft gegen die Mauerfläche. Diesen Punkt darf man vielleicht nicht mehr unklar nennen, aber er ist doch bestritten. Nach den Versuchen von Engels ist es erwiesen, daß bei ruhender Druckfläche und ruhendem Erddrucke die Druckkraft normal zur Druckfläche steht. Ebenso sicher ist es aber, daß eine neu erbaute und hinterfüllte Mauer kein ruhender Körper ist. Man braucht noch nicht einmal Verhältnisse, wie bei einem Trockendock[2]) anzunehmen, bei denen durch Füllen und Leeren eintretende große Belastungsunterschiede eine regelmäßige Zusammendrückung und Ausdehnung des oft elastischen Untergrundes zur Folge haben können. Es genügt schon, den Wechsel der Wasserstände, ob es nun Grundwasser, offenes Hafen- oder Flußwasser sei, zu betrachten, um zu wissen, daß die Mauer mit dem Wechsel des Wassers ein wechselndes Gewicht haben muß. Diesem Wechsel des Gewichts müssen aber Bewegungen, sowohl in senkrechter als auch in drehender Richtung entsprechen. Und diese Bewegungen müssen Reibungswiderstände an der Mauerrückseite, d. h. Ablenkungen der ursprünglich normal gerichteten Erddruckkraft zur Folge haben. Diese Reibungskräfte sind in vielen Fällen von größtem Einfluß auf die Standsicherheit.

In einem Einzelfalle wurde z. B. das Kippmoment durch das Einsetzen der Reibungskraft um 40 Proz. vermindert. Berechnet man nun den Erddruck mathematisch genau, vernachlässigt aber die Reibung an der Mauerrückseite, dann ist das Verfahren zwar sehr einfach, ergibt aber viel zu ungünstige Werte. Dazu kommt noch, daß es als erwiesen gelten muß, daß die für die wagerechte Druckrichtung errechneten Erddrücke schon um ein weniges größer sind als die für die schräge Druckrichtungen.

Bei richtigem Ansatze aller wirkenden Kräfte ist es daher zulässig, die Methode zur Bestimmung der Größe der Kräfte zu vereinfachen. Es empfiehlt sich daher als erste Vereinfachung, stets mit dem Werte des horizontalen Erddruckes zu rechnen und der so gefundenen Kraft die Reibungskomponente zuzusetzen. Man verwendet dabei am besten die einfache Formel für die lotrechte gerade Wand

$$E = \frac{1}{2}\,\gamma\,h^2\,\mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{\rho}{2}\right),$$

worin die Bedeutung der Buchstaben bekannt ist[3]). Den Reibungswiderstand kann man entweder durch eine entsprechende Schrägstellung des als wagerecht bestimmten Erddruckes ausdrücken, oder ihn gesondert als Kraft ansetzen. Das letztere dürfte folgerichtiger sein, weil es den Gang der Rechnung klarer erkennen läßt. Bei allen Mauerkonstruktionen aber mit dem schrägen Erddruck zu rechnen, so, als ob die Reibungskraft in die ganze Konstruktion hinein übertragen würde, ist zweifellos auch nicht richtig. Bei Mauern auf hohem Pfahlrost z. B. ist die Spundwand stets nur gegen normal wirkende Kräfte gesichert. Bei hintenliegender Spundwand fehlt meist jede Verbolzung. Bei diesen Wänden können daher Reibungskräfte wohl in den Untergrund, nicht aber in die Mauerkonstruktion übertragen werden. Rechnet man die Reibung an der hinteren Spundwand als eine die Mauer nach hinten biegende Kraft, so rechnet man zu günstig, bei vorne liegender Spundwand rechnet man umgekehrt zu ungünstig. An dem eigentlichen Mauerkörper empfiehlt es sich dagegen die Reibung anzusetzen, je nach der Art des Bodens und des Mauerwerks. Der größte Reibungswert dürfte hier etwa $R \sim \frac{1}{2}\;P$ sein, nach eigenen Versuchen mit Beton unter Wasser auf Sand $R = 0{,}52\;P$, nach Brennecke $R \sim 0{,}445\;P$. Zweckmäßig erscheint es jedoch stets, dann mit nur einem Teil der Reibungskraft zu rechnen, wenn sie günstig auf die Standsicherheit der Mauer einwirkt.

Nun zu der Größe der Erddrücke selbst. Ich habe in der Praxis bei Fragen nach der Größe der Erddrücke selten eine richtige Antwort bekommen, die gezeigt hätte, daß der befragte Ingenieur ein klares Bild dieser Größe hatte. Meistens war nur die richtige Vorstellung vorhanden, daß der Erddruck kleiner als der Wasserdruck, manchmal auch, daß er größer sei. Man kann aber bequem zu richtigen Bildern über die Größe des Erddruckes kommen, wenn man den Erddruck durch $\mu\,W = \mu\,\frac{h^2}{2}$ ausdrückt, wobei h die Wandhöhe, W der Wasserdruck auf diese Wand, und μ ein Festwert ist. Da wir im Grund- und Wasserbau nun stets mit dem Wasserdrucke rechnen und sich wegen seiner Unveränderlichkeit bei uns ein Empfinden für diese Größe entwickelt hat, ist durch die neue Art der Bezeichnung auch sofort das Empfinden, also das gefühlsmäßige Erfassen des Erddruckes gegeben. Sagt man, es ist $E = 0{,}6\;W$, so fühlt man nicht nur geradezu die Größe der Kraft, sondern man weiß auch, daß das Erddruckdreieck unten durch Strecke 0,6 h (als mit $\gamma = 1\;^t/_{cbm}$ belastete Fläche gedacht) begrenzt ist. Die Form 0,6 W drückt also gleichzeitig die spezifische Pressung aus. Errechnet man nun

[1]) Vgl. auch Aufsatz von Färber in: Deutsche Bauzeitung Mitteilungen usw. 1917, Nr. 2.

[2]) Vgl. Z. f. B. 1908, S. 83 ff. O. Franzius, Messungen der Bewegung von Trockendocks.

[3]) Vgl. auch Müller-Breslau, Erddruck auf Stützmauern 1906, S. 14.

Tabelle 1

Grenzwerte der horizontalen Erddrücke für die lotrechte gerade Wand nach der Formel

$$E = \frac{1}{2}\,\gamma_e\,h^2\,\mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{\rho}{2}\right) = \gamma_e\,\mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{\rho}{2}\right).\ W = u.W.$$

Erdart	γ_e in t/cbm	Natürl. Böschgs.-Winkel ρ	$\mathrm{tg}^2\left(45-\frac{\rho}{2}\right)$	$\mathrm{tg}^2\left(45+\frac{\rho}{2}\right)$	$E_a = \gamma_e\,\mathrm{tg}^2\left(45-\frac{\rho}{2}\right)W = \mu_a W$	$E_p = \gamma_e\left(45+\frac{\rho}{2}\right)W = \mu_p W$	Abgerundete Werte E_a	$E_p =$	Bemerkungen
Trockene Dammerde	1,4	40°	0,22	4,60	0,31 W	6,4 W	$\frac{1}{3}$ W	6 W	Von den bekannten Erfahrungswerten für ρ sind die Kleinstwerte, die E_a max. und E_p min. ergeben, gewählt worden.
Nasse Dammerde . .	1,65	30°	0,33	3,00	0,53 W	5,0 W	$\frac{1}{2}$ W	5 W	
Trockene Tonerde . .	1,6	40°	0,22	4,60	0,35 W	7,3 W	$\frac{1}{3}$ W	7 W	
Nasse Tonerde	2,0	20°	0,49	2,04	0,98 W	4,08 W	1 W	4 W	
Trockener Sand . . .	1,6	31°	0,32	3,12	0,51 W	5,0 W	$\frac{1}{2}$ W	5 W	
Feuchter Sand	1,8	40°	0,22	4,60	0,4 W	8,3 W	$\frac{2}{5}$ W	8 W	
Nasser Sand	2,1	29°	0,35	2,88	0,74 W	6,0 W	$\frac{3}{4}$ W	6 W	
Nasser Kies	1,86	25°	0,41	2,46	0,76 W	4,6 W	$\frac{3}{4}$ W	4,5 W	
Sand unter Wasser unter Abzug des Auftriebes u. des horizontalen Wasserdruckes	2,1 — 1 = 1,1	25°	0,41	2,46	0,45 W	2,7 W	$\frac{1}{2}$ W	2,5 W	

die Werte für E z. B. nach der aus der Coulombschen Theorie abgeleiteten Formel für die lotrechte gerade Wand $E = \frac{1}{2}\gamma_e\,h^2\,\mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{1}{2}\rho\right) = u\,W$ mit $\mu = h^2 \cdot \mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{1}{2}\rho\right)$, so kann man gewisse Grenzwerte zusammenstellen, zwischen denen die Drücke für jedes Hinterfüllungsmaterial liegen müssen. Diese Grenzwerte sind in der Tabelle 1 gegeben.

Man sieht, daß die Werte für die aktiven Erddrücke desselben Materials nicht weit voneinander liegen. Die Werte z. B. für Sand schwanken in abgerundeter Form zwischen 0,4 W und 0,74 W. Ein Blick auf die Zahlen der Tabelle zeigt, daß es nicht darauf ankommt, bei jedem Entwurf die Erddrücke neu zu berechnen, sondern, daß das Hauptgewicht auf vorsichtige aber vernünftige Annahmen zu legen ist. Wer z. B. bei einer Ufermauer, bei Annahme des niedrigsten Wassermessers bis oben hin getränkten Hinterfüllungsboden annimmt, macht damit einen größeren Fehler, als mit der gröbsten Abrundung der Erddrücke. Es empfiehlt sich daher, bei allen Vorentwürfen, die ja stets den größten Teil der Entwurfsarbeiten ausmachen, mit den in der Tabelle angegebenen Werten von E_a zu rechnen und nur für den endgültigen Entwurf, nachdem man die für den betreffenden Hinterfüllungsboden richtigen Konstanten durch Versuche festgestellt hat, mit feineren Methoden zu arbeiten. Man wird bei den Vorentwürfen dann am besten so vorgehen, daß man bei nach vorne geneigter Rückwand den Erdteil zwischen Rückwand und der durch die Mauerhinterkante gehenden lotrechten Ebene als Belastung der Mauer rechnet. Treppt man die Mauer hinten ab, so wirkt dieser Keil auch in Wirklichkeit als Gewicht, wenn auch ein Teil von ihm, nach der genaueren Theorie mit zu dem abrutschenden Prisma gehören würde. Da aber die Gewichtswirkung trotz des Abrutschens bestehen bleibt, der auf die senkrechte Fläche errechnete Druck aber größer ist, als der auf die schräge gedachte Rückwand, so handelt man bei dem Verfahren zugunsten der Sicherheit. Selbstverständlich verlegt man den Angriffspunkt des E_a stets an die wirkliche Mauerfläche heran. Schräges Gelände wird man am besten durch Ausgleich, Einzelkräfte als Zusatzwerte berücksichtigen.

Die Tabelle kann auch unter Zugrundelegung anderer Formeln aufgestellt werden. Die hier verwendeten Formeln sind gewählt worden, weil sie einfach sind und mit den Versuchsergebnissen hinreichend genau übereinstimmen.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß unsere Kenntnis des passiven Erddruckes noch sehr gering ist. Trotzdem sind die betreffenden Formelwerte mit in die Tabelle aufgenommen worden, weil uns bessere Werte zur Zeit noch fehlen.

Die Annahme der Tabelle, daß die Erddrücke unbegrenzt proportional der Tiefe wachsen, stimmt wahrscheinlich nicht mit der Wirklichkeit überein, wie bereits erwähnt wurde. Diese Annahme liegt aber sowohl für aktiven als passiven Erddruck zugunsten der Standsicherheit und wurde deshalb beibehalten.

Im folgenden soll noch eine Tabelle gegeben werden, aus der für verschiedene Einheitsgewichte und Böschungswinkel der Erddruck von W entnommen werden kann. In der Tabelle erscheint somit immer nur der Wert u, mit dem die Kraft W für die betreffende Tiefe zu vervielfachen wäre, um die genaueren Werte E_a und E_p zu erhalten.

Tabelle 2

für den Beiwert u der Formel $E = u\,W$ mit $\mu = \gamma\ \mathrm{tg}^2\left(45 \mp \frac{\rho}{2}\right)$.

Natürl. Böschungs-Winkel ρ	22°		24°		26°		28°		30°		32°		34°		36°		38°		40°		42°		44°		
$\mathrm{tg}^2\left(45 - \frac{\rho}{2}\right)$	0,455		0,422		0,390		0,361		0,333		0,307		0,283		0,260		0,238		0,217		0,198		0,180		
Einheitsgewichte des Bodens γ_e t/cbm	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	u_a	u_p	Bemerkungen
$\gamma_e = 1,0$	0,46	2,20	0,42	2,37	0,39	2,56	0,36	2,77	0,33	3,00	0,31	3,25	0,28	3,54	0,26	3,85	0,24	4,20	0,22	4,60	0,20	5,04	0,18	5,55	Die Werte für u_p dürfen nur für Tiefen über 1 m angewendet werden. Bei kleineren Tiefen ist $u = \gamma_e$ zu setzen. Von oben her sind die Werte u_a zu suchen, von unten her sind die Werte u_p zu suchen.
„ 1,2	0,55	2,64	0,51	2,84	0,47	3,07	0,43	3,32	0,40	3,60	0,37	3,90	0,34	4,25	0,31	4,62	0,29	5,04	0,26	5,52	0,24	6,05	0,22	6,66	
„ 1,4	0,64	3,08	0,59	3,32	0,55	3,58	0,51	3,88	0,47	4,20	0,43	4,55	0,40	4,96	0,36	5,39	0,33	5,88	0,30	6,44	0,28	7,06	0,25	7,77	
„ 1,6	0,73	3,52	0,68	3,79	0,62	4,10	0,58	4,43	0,53	4,80	0,49	5,20	0,45	5,66	0,42	6,16	0,38	6,72	0,35	7,36	0,32	8,06	0,29	8,88	
„ 1,8	0,82	3,96	0,76	4,27	0,70	4,61	0,65	4,99	0,60	5,40	0,55	5,85	0,51	6,37	0,47	6,93	0,43	7,56	0,39	8,28	0,36	9,07	0,32	9,99	
„ 2,0	0,91	4,40	0,84	4,74	0,78	5,12	0,72	5,54	0,67	6,00	0,61	6,50	0,56	7,08	0,52	7,70	0,48	8,40	0,43	9,20	0,40	10,08	0,36	11,10	
„ 2,2	1,00	4,84	0,93	5,21	0,86	5,63	0,79	6,09	0,73	6,60	0,68	7,15	0,62	7,79	0,57	8,47	0,52	9,24	0,48	10,12	0,44	11,09	0,40	12,21	
$\mathrm{tg}^2\left(45 + \frac{\rho}{2}\right)$		2,20		2,37		2,56		2,77		3,00		3,25		3,54		3,85		4,20		4,60		5,04		5,55	
Natürl. Böschungs-Winkel ρ		22°		24°		26°		28°		30°		32°		34°		36°		38°		40°		42°		44°	

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Professor Dr.-Ing. Michel in Hannover.

Kunstgeschichte und Aesthetik.

Das römische Theater zu Mainz (s. 1917, S. 259); von Prof. Neeb. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 121.)

Ausgrabung der Stadt Istros bei Karanasuf in der Dobrudscha; von Rudolf Bernhard. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 557.)

Hünenburg bei Meschede; von Biermann. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 405.)

Kloster Disibodenberg; von Privatdozent Dr. Julius Baum. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 62.)

Tätigkeit des Wessobrunner Stuckators Johann Michael Feichtmayr in Württemberg (s. 1917, S. 259); von Dr.-Ing. W. P. Fuchs. Beitrag zur Charakterisierung der Kunst der Gebrüder Feichtmayr aus Wessobrunn. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 77.)

Daniel Specklin als Architekt; von Karl Staatsmann. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 112.)

Die Ordensburgen Kurlands; von Bernhard Schmid. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 97.)

Stadt Coucy-le-Château; von Wilhelm Keller. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 365.)

Kirchliche Baukunst im alten Bistum Comminges (Pyrenäen); von Dr.-Ing. Fritz Block. — Mit Abb. im Text und im Atlas. (Z. f. Bauw. 1917, S. 295.)

Spanische Architekturstudien; von Prof. Dr. Albrecht Haupt. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 177.)

Kleine türkische Bauten in der südlichen Dobrudscha; von Rudolf Bernhard. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 350.)

Zur Geschichte der Technik und Industrie; von Prof. G. C. Mehrtens. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 8.)

Künstlerische Gestaltung der Eisenbahn; von Bauinspektor Dr.-Ing. Fuchs. (Industriebau 1917, S. 49.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Entwurf zu einer Kirche St. Georgen in Halle a. S.; Arch.: Josef Ruff. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 79.)

Der Dom zu Köln vor dem Beginn seines Fortbaues. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 453.)

Alexander-Kirche in Zweibrücken und ihre Wiederherstellung 1904—1911. Architekt der Wiederherstellung Carl Doflein. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 337.)

Protestantische Kirche in Nünschweiler; von Architekt C. Doflein. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 417.)

Kirche in Wilster in Holstein; von E. Grabbe. Die einzige Kirche, die Ernst Georg Sonnin außer der großen Hamburger Michaeliskirche erbaut hat. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 107.)

Instandsetzung der katholischen Pfarrkirchen in Heidingsfeld und Randersacker in Unterfranken. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 109.)

Orgel in der Sebalduskirche in Nürnberg vom Jahre 1444. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 53.)

Moritzkapelle in Nürnberg. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 60.)

Turm der Münsterkirche im Kloster Heilsbronn. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 120.)

Kirche in Hohenfinow; von Ludwig Dihm. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 81.)

Lutherkanzel der Andreaskirche in Eisleben; von Georg Kutzke. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 85.)

Instandsetzung der St. Lorenzkirche in Nürnberg; von Jos. Schmitz. Vollendung des ersten Bauabschnitts 1903 bis 1917. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 65.)

Wettbewerb für eine reformierte Kirche in Solothurn. Urteil des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 167.)

Wettbewerb für eine evangelische Kirche am Thiersteinerrain in Basel. Gutachten des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 91.)

Wettbewerb für ein Orgelgehäuse der Theodorskirche in Basel. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 98.)

Evangelische Kirche in Ickern. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 386.)

Neue Zionskirche in Dresden. Architekten: Schilling & Graebner. Eigenartige Anlage über Viertelkreis-Grundfläche. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 21.)

Stephanuskirche in Hamburg-Westeimsbüttel. Architekten: Distel u. Grubitz. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 115.)

Evangelische Kirche für Allenstein (s. 1917, S. 260). Wettbewerbentwurf von Stadtbauinspektor W. Jaide †. Besprochen von C. Zetzsche. (Kirche 1917, S. 128.)

Katholische Kirche und Mittelschule in Wiesdorf. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 382.)

Friedhofkapelle in Unter-Barmen. Wettbewerbentwurf. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 382.)

Protestantische Pfarrkirche für Blieskastel (Rheinpfalz); von Reg.-Baumstr. L. Wagner. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 99.)

Wettbewerb für ein Pfarrhaus in Davos. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 286.)

Erneuerung der St. Peterskirche in Zürich. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 237.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Feuerwache am Hamburger Petroleumhafen. Arch.: Prof. Fritz Schumacher. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 113.)

Neues Bahnhofsempfangsgebäude in Oldenburg i. Gr. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 129.)

Neues Rathaus in Buxtehude. Arch.: Alfred Sasse. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 477.)

Neue städtische Kartoffelhalle im Frankfurter Osthafen; von Magistratsbaurat H. Uhlfelder. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 221.)

Neubau des Dienstgebäudes der Landesversicherungsanstalt Sachsen-Anhalt in Merseburg. Arch.: Alfred Koch in Halle-Trotha. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 157.)

Wettbewerb für ein Verwaltungsgebäude der kanton. Brandversicherungsanstalt Bern. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 297.)

Wettbewerb für Schauseitenentwürfe zum Bahnhof- und Postneubau in Biel. Urteil des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 45.)

Ortskrankenkasse in Wilhelmshaven-Rüstringen. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 382.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom k. k. Hofrat dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Leistungsfähigkeit zweigleisiger Haupteisenbahnen und ihre Erhöhung; von Wirkl. Geh. Rat Dr.-Ing. h. c. Schroeder. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 577, 585.)

Leistungsfähigkeit von Eisenbahnen und Wasserstraßen. Lauer berechnet die größte Leistungsfähigkeit von Voll- und Schmalspurbahnen, Binnenkanälen, Seitenkanälen und kanalisierten Flüssen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 393.)

Leistungsfähigkeit der Eisenbahn und des Donau-Oder-Kanals. Dr. V. Krakauer zeigt die große Ueberlegenheit der erstern. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 645.)

Eisenbahn und Kraftwagen; von L. Ritter von Stockert. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1917, S. 106, 120.) Bemerkung hierzu. (Ebenda, S. 183.)

Widerstände der Eisenbahnfahrzeuge (s. 1917, S. 142). Uebersichtliche Zusammenstellung der bestehenden Rechnungsverfahren und Erfahrungswerte. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1917, S. 431, 433, 448, 461.)

Betriebskosten der Eisenbahnen und ihre Bedeutung für die Tarifbildung; von Dr. Ahlberg und Dr. Norrmann in Stockholm. (Arch. f. Eisenbw. 1916, S. 867 und 1917, S. 42, 288, 494.)

Leistungen der deutschen Eisenbahnen im Krieg und Frieden. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1917, S. 387.)

Unterelbische Eisenbahn. Ein Beitrag zur Geschichte des Eisenbahnwesens. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 686.)

Ostpreußische Südbahn. Ein Beitrag zur Privatbahngeschichte. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 957.)

Die Tarife der Verkehrsanlagen im Verbandsgebiet Groß-Berlin und ihre Einwirkung auf die Entwicklung des Verbandsgebietes; von R.-Baum. a. D. A. Przygode. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1917, I, S. 90.)

Wiener Bahnhofsfrage; von Dozent Dr. G. Kalda. (Rundschau f. Technik u. Wirtsch. 1917, S. 152.)

Die Wiener städtischen Schnellbahnen. Emil Rank erörtert die Wünsche, die vom Standpunkte des Benutzers hinsichtlich der Ausgestaltung zu äußern sind. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1917, S. 104.)

Zusammenlegung der holländischen Eisenbahnen. Mit einem Abdruck des Vertrages. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 534.) Erörterungen der Staatseisenbahnbetriebsgesellschaft hierzu. (Ebenda, S. 977.)

Dreißig Jahre russischer Eisenbahnpolitik; von Geh. Reg.-Rat Dr. Mertens. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 415, 699, 905.)

Bericht und Vorschläge des schwedischen Lokalbahnausschusses. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 688.)

Die schmalspurigen Eisenbahnen einst und jetzt; von Obering. F. Zezula. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1917, S. 308, 319.)

Zukunft der Schmalspurbahnen in Bulgarien. Es sollen neben 800 km Vollbahnen 1200 km Bahnen mit 76 cm Spurweite gebaut werden. Bis Ende August 1917 wurden 470 km Feldbahnen hergestellt, die leicht auf 76 cm Spur umgewandelt werden können. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 663.)

Rußlands Eisenbahnverbindungen mit den Weltmeeren. — Mit Karten. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1917, S. 105.)

Transmesopotamische Eisenbahn Koweit-Bagdad-Homs. Beschreibung des geplanten Linienzuges; Angaben über Baukosten und Geldbeschaffung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 630.)

Technischwirtschaftliche Entwicklung in Patagonien. Es werden auch die Eisenbahnen besprochen. — Mit einer Karte. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 82.)

Wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Kolonialbahnen in Afrika bis zum Ausbruch des Krieges. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 298.)

Das chinesische Bahnnetz und seine künftige Ausgestaltung. Nach der Denkschrift des technischen Beirates des Verkehrsministeriums der chinesischen Republik, A. J. H. Charignon. — Mit Karte. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 226.)

Werner von Siemens und die Eisenbahnen. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 197.)

Betriebsergebnisse.

Eisenbahnen Deutschlands im Rechnungsjahre 1915 (s. 1917, S. 143). Eigentumslänge der vollspurigen Bahnen 62 335,54 km, wovon 34 935,95 km Hauptbahnen im Staatsbetriebe und 197,68 km Hauptbahnen im Privatbesitz; außerdem 2230,75 km Schmalspurbahnen, wovon 1084,24 km Staatsbahnen. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1917, I, S. 134.)

Eisenbahnen des Deutschen Reichs (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 760.)

Betriebsergebnisse der preußisch-hessischen Staatsbahnen im Rechnungsjahr 1915 (s. 1917, S. 143). Gesamtlänge 40 249 km, wovon 40 046 km und zwar 39 807 km Voll- und 239 km Schmalspurbahnen dem öffentlichen Verkehr dienten. Anlagekapital rd. 13,52 Milliarden Mark, Verzinsung 5,57 v. H. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 162; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 196; Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 551.)

Ungarische Staatseisenbahnen im Jahre 1914/15 (s. 1917, S. 143). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 487.)

Königlich Sächsische Staatseisenbahnen in den Jahren 1914 und 1915 (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 573.)

Eisenbahnen im Großherzogtum Baden in den Jahren 1914 und 1915 (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 106.)

Großherzoglich Mecklenburgische Friedrich-Franz-Eisenbahn im Jahre 1915/16 (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 327.)

Großherzoglich Oldenburgische Staatseisenbahnen. Ein Rückblick auf die ersten 50 Jahre ihres Bestehens 1867—1917. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 995.)

Bosnisch-herzegowinische Landesbahnen im Jahre 1914/15. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 332.)

Eisenbahnen in Schweden im Jahre 1913 (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 315.)

Schweizerische Bundesbahnen im Jahre 1915. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 112.)

Schweizerische Eisenbahnen im Jahre 1915 (s. 1917, S. 143). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 985.)

Schweizerische Eisenbahnen im Jahre 1916 (s. 1917, S. 143). (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 187, 205, 210.)

Griechische Eisenbahnen im Jahre 1914 (s. 1917, S. 144). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 130.)

Betriebsergebnisse der großen französischen Privatbahnen im Jahre 1916. Nach der „Züricher Post" an der Hand der Geschäftsberichte. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 425.)

Italienische Staatsbahnen im Jahre 1914/15 (s. 1917, S. 144). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 594.)

Russische Eisenbahnen im Jahre 1911 (s. 1917, S. 144). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 248.)

Eisenbahnen der französischen Kolonien in den Jahren 1913 bis 1916. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 1011.)

Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika am 30. Juni 1915. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 128.)

Eisenbahnen Argentiniens (s. 1917, S. 144). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 335.)

Eisenbahnen im Staate Santa Catharina (Südbrasilien). Nach dem Berichte der Verwaltung für das Jahr 1915. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 1005.)

Ausgeführte Bahnen.

Neue Bahn von Corbach nach Brilon Wald. Der Bau bot große Schwierigkeiten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 290.)

Eisenbahnen von Niederländisch-Indien. Beschreibung der Entstehung und Anlage des Netzes. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 486.)

Eisenbahnunterbau.

Absteifung und Entwässerung eines Einschnittes für einen Bahnhof. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 385.)

Lüftung der Untergrundbahnen (s. oben); von Dr.-Ing. F. Musil. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 287, 307.)

Böschungsbefestigung mit Zementsteinen. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1917, S. 467.)

Beobachtungen und Erfahrungen bei der Verwendung von flüssiger Luft und Ruß mit Naphthalin als Sprengmittel im Eisenbahnbau. — Mit Abb. (Rundschau f. Technik u. Wirtsch. 1917, S. 137.)

Bau der Wiener Umfahrungslinien (s. 1917, S. 286). — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1917, S. 273; Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1917, S. 293.)

Eisenbahnoberbau.

Beitrag zur Verbesserung des Eisenbahnoberbaues. Geh. Baurat G. Maas stellt die Forderungen auf, die ein Oberbau vom Betriebsstandpunkte aus zu erfüllen hat, und erläutert an der Hand von Abbildungen den von ihm entworfenen Oberbau nebst Schienenstoß auf eisernen Querschwellen. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1917, I, S. 172.)

Berechnung am Oberbau unter bewegten Lasten (s. 1917, S. 286); von Dr.-Ing. H. Saller. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 155.)

Oberbau der Eisenbahnen in den deutschen Schutzgebieten. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 239.)

Regelschienen für die Niederländischen Eisenbahnen und Regeloberbau für die Nebenbahnen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 257.)

Holz oder Eisen als Baustoff für Eisenbahnschwellen (s. 1917, S. 145). Dr.-Ing. Saller verteidigt die von ihm angewandte ›Baustoffziffer gegenüber den Einwendungen des Eisenbahnbauinspektors Waas. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 197.)

Holzschwelle oder Eisenschwelle (s. 1917, S. 145). Erörterung der Frage unter Bezugnahme auf Biedermanns Werk „Der Oberbau auf hölzernen und eisernen Querschwellen". — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1917, S. 307.)

Die eiserne Hohlschwelle. Besprechung der Hohlschwelle Scheibes. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1917, S. 374.)

Einschlagdübel für Holzschwellen; von Geh. Baurat G. Wegner. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 208.)

Wirtschaft der Bahnerhaltung und Zugförderung. Ing. L. Karnet, Bauoberkommissär der österreichischen Staatsbahnen, bespricht ausführlich die wirtschaftliche Bedeutung des Klemmstöckels von Guba. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 323.)

Schraubenklemmen gegen das Wandern der Schienen. Ing. Märtens bespricht die verschiedenen Ausführungen, auch die neueren von A. Mathée in Aachen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 139.)

Vorbeugung des Wanderns der Schienen. R. Scheibe empfiehlt, den Rand des Schienenfußes in die Unterlage eingreifen zu lassen, so daß die Schienen den Längskräften auch nach Lockerung der Verbindung mit der Unterlage widerstehen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 366.)

Herstellung von Uebergangslaschen durch Kröpfen vorhandener Laschen. Geh. Baurat Wegner beschreibt das Preßverfahren für ausgeschlagene Laschen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 303.)

Verkürzte Weichenstraßen. Dr.-Ing. Bäseler erläutert die Anwendung der „Weichenreihen", die durch Ausnutzung des Ineinanderschaltens der üblichen Weichen gebildet werden. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 346.)

Bogenweichen mit veränderlicher Krümmung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 781.)

Uebergangsbogen in Korbbogen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 400.)

Einschaltung eines Gegenbogens zwischen sich schneidende Gerade; von Reg.-Baum. K. Hennig. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 145.)

Verschwenkung sich schneidender Gleise. Kurze allgemeine Lösung. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 385.)

Vorkehrung zum Verlegen von Gleisen; von Direktor Behrens. Die auf ihren Schwellen befestigten Schienen werden mit dem Kleineisenzeuge an bestimmten Punkten der Strecke zusammengebaut, an das Ende der Bahnstrecke befördert und dort maschinell verlegt. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 179.)

Die elektrische Gleisstopfmaschine des Reg.-Baum. Hampke ist ein frei beweglicher Handapparat, der ohne Verwendung von Federn nur atmosphärische Luft als elastisches Zwischenglied zwischen Schlagkolben und Werkzeug benutzt, kein Steuerorgan besitzt und äußerst geringen Kraftverbrauch hat. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1917, I, S. 148.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Neuer Anschlußbahnhof der Altonaer Industriebahn. Wechselverkehr zwischen Voll- und Schmalspur. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1917, S. 297.)

Anlagen für Verkehr und Betrieb des Bahnhofes der Pennsylvaniabahn in Newyork; von Reg.-Baum. Brugsch. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 173, 190.)

Steigtritte für hohe Bahnsteige. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 231.)

Hohe oder niedere Bahnsteige? Die Erörterung der Vor- und Nachteile der beiden Bauarten führt nicht zu einem den hohen Bahnsteigen günstigen Ergebnisse. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 661, 669.)

Straßenbahnen.

Schnellstraßenbahnen. Die Abhandlung knüpft an das Werk von Dr.-Ing. Giese gleichen Namens an. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 789, 798.)

Höhenlage der Straßenbahngleise im Querprofil des Fahrdammes; von Dr.-Ing. Klose. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1917, S. 26.)

Einbau der Straßenbahngleise in Verkehrsstraßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1917, S. 352, 364.)

Kosten des Gleiseinbaues in städtischen Straßen. Es werden Asphalt und Steinpflaster sowie Einbettung im Rasen in Vergleich gezogen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1917, S. 267, 279.)

Straßenbahngleise auf Querschwellen. Beschreibung und Abbildung einiger neuerer Anordnungen bei Einbettung der Gleise im Rasen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1917, S. 183.)

Neuer Ausgleichstoß für Straßenbahnschienen. Von der festen Schiene sind der Leitkopf und ein Teil des Fußes abgeschnitten; der übrigbleibende Fahrkopf mit Steg und Fußteil ist soweit abgebogen, daß sich der als Weichenzunge ausgebildete Fahrkopf der beweglichen Schiene dagegenlehnen kann; die feste Schiene ist auf eine Grundplatte geschraubt. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1917, S. 22.)

Beförderung von Gütern auf den städtischen Straßenbahnen der Gemeinde Wien. Wesentliche Zunahme. Darstellung der Betriebsdurchführung. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1917, S. 145.)

Elektrischer Betrieb.

Elektrisierung der schwedischen Erzbahn Kiruna-Lulea. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 332.)

Aufsergewöhnliche Bahnen.

Vereinigte Reibungs- und Zahnbahn von Peter. Kletterzahnstange mit wagerechtem Eingriffe, geeignet für reinen und gemischten Zahnbetrieb. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 394.)

Eisenbahnbetrieb.

Gleismesser zum Nachmessen des Gleises auf Spurerweiterung und Nachgiebigkeit der Ueberhöhung in Kurven unter dem fahrenden Zuge; von Obering. Susemihl. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1917, I, S. 112.)

Gleismeldesignale bei Ablaufbergen. Vorschläge von Reg.-Baum. Masur. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 621.)

Gleismeldesignal oder Rangierzettel bei Ablaufbergen? Reg.-Baum. Robe befürwortet die Anwendung der Rangierzettel. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 713.)

Inanspruchnahme der Wagen beim Verschube über Ablaufberge. Ing. Türber, Inspektor der österr. Südbahn, weist auf die große Beanspruchung hin, die Stoßvorrichtung, Achshalter und Achslager erleiden. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 343.)

Berechnung der Fahrzeiten und Bremsbesetzungen für Güterzüge. Uebersichtliche Darstellung mit Schaubild und Beispiel. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 361.)

Fahrgeschwindigkeit der Schnellzüge in Frankreich (vgl. 1917, S. 147). (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 20.)

Signalordnung ohne grünes Licht. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 369, 377, 385.)

Elektrische Sperre für Signalflügel; von K. Becker. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 178.)

Ueberwachungs- und Merkwerk für Signalstellungen und Fahrgeschwindigkeiten. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 212, 221.)

Bemerkungen über Signalgebung und Bahnzeichen. Ing. v. Littrow bespricht eine Reihe von Anordnungen, die zu Bedenken und Aenderungen Anlaß geben. (Oesterr. Eisenb.-Ztg. 1917, S. 2.)

Anstrich der Vorsignale. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 382.)

Weitere Beiträge zur Frage der Vorsignale (s. 1917, S. 287). — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 213.)

Neues Eisenbahn-Warnungssignal. Eine Signalpfeife wird bei Haltstellung des Signals durch Preßluft selbsttätig zum Ertönen gebracht. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1917, S. 425.)

Signalbuch. Vorschläge zu seiner Verbesserung zwecks erfolgreicher Benutzung als Dienstanweisung und Lehrbuch. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 721.)

Schneeablagerungen und Schneeschutzanlagen bei Eisenbahnbauten. Mitteilung von Erfahrungen im Eisenbahnbetriebe. — Mit Abb. (Rundschau f. Technik u. Wirtsch. 1917, S. 184.)

Zugzusammenstoß auf der Berliner Hochbahn. — Mit Skizze. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1917, S. 313.)

Unfälle auf den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika im Betriebsjahre 1914/15. (Arch. f. Eisenbw. 1917, S. 1014.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Tunnelbau.

Harlemfluß-Untergrundtunnel in Newyork; von Skinner. Da der Schiffsverkehr den Bau des Tunnels in offener Baugrube verbot, wurden vier gleichlaufende Tunnelröhren von 5,77 m Durchmesser und 5,16 m Mittelentfernung mit den erforderlichen Versteifungen am Ufer in Längen von 23,7 m zusammengebaut, schwimmend zur Baustelle gebracht, versenkt und mit Beton umgossen. — Mit Abb. (Engineering 1917, II, S. 32 und 83.)

Uebermaß des ausgeschachteten Gesteins in den Tunneln der Catskill-Wasserleitung. Das Verhältnis der wirklich entfernten Gesteinsmenge zum lichten Querschnitt des fertigen Tunnels wird besprochen, auch werden Maßnahmen erwogen, den Ueberschuß möglichst zu verringern. — Mit Abb. (Eng. news 1917, I, S. 342.)

Die drei Tunnel der neuen Bahn von Guernsey nach Windover in Wyoming von 1016, 588 und 440 m Länge wurden ausgezimmert und nicht ausgemauert. Die beim Ausbruch entstandenen Hohlräume zwischen Gebirge und Auszimmerung wurden mit Holzscheiten ausgefüllt. Zwei Tunnel waren feucht und mußten Wasserröschen erhalten. Bei einem Tunnel konnte Vollausbruch mit Hilfe eines mit Druckluft betriebenen Löffelbaggers angewendet werden. Die Auszimmerung erfolgte unmittelbar nach dem Vollausbruch. Ausschließlich wurde Kiefernholz von der Küste des Stillen Ozeans verwendet. Das Holz wurde nicht getränkt, sondern mit einem Anstrich aus weißer Farbe versehen, der es gegen Feuer und Feuchtigkeit schützen soll. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenbverw. 1917, S. 430.)

Entwurf eines 48 km langen Tunnels durch das Wasserfallgebirge in Washington. Der Tunnel soll zweigleisig in 363 m Meereshöhe angelegt werden und die große Nordbahn von Wenatshee aus mit der Nordpacificbahn bei Everett verbinden. — Mit Abb. u. Lageplan. (Eng. news 1916, II; Génie civil 1917, Bd. 70, S. 150; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 314.)

Zur Ausbesserung eines Tunnels in den Zwischenzeiten zwischen den Zügen benutzter Wagen. Besondere Motorwagen werden zum Verschieben der Schalung bei der Ausbesserung benutzt. — Mit Abb. (Eng. news 1917, 26. April, S. 203.)

Betonbeschädigung durch Lokomotivgase in einem Eisenbahntunnel. An der Betonauskleidung des Cascade- und Sealtle-Tunnels der Großen Nordbahn zeigten sich nach zehnjährigem Bestehen Beschädigungen, die auf den Gehalt der Rauchgase an schwefliger Säure zurückgeführt werden. (Eng. news 1917, 21. Juni, S. 579.)

Mittel zur künstlichen Frischluftzufuhr im Tunnelbau; von Schubert. Als neuere Hilfsmittel werden eingehend besprochen a) der Preßluftantrieb der im Tunnel zu verwendenden Maschinen, b) die Verwendung von Lüftern, c) die Verwendung von Stahlgebläsen, d) die Luftleitungen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 230; Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1917, S. 189.)

Lüftung der Untergrundbahnen; von F. Musil. Ausführliche Besprechung der seitherigen Erfahrungen und Angabe von Mitteln zur Verbesserung der Luft im Tunnel, insbesondere zur Bekämpfung des Staubes, zur Beseitigung von Gerüchen sowie der Wärme aus dem Betriebe und zur Erneuerung der Luft. Als kennzeichnende Beispiele werden angeführt der Subway und die neuen Unterpflasterbahnen in Newyork, die Untergrundbahnen in Boston und die Tiefbahnen in London. — Mit Abb. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 287 und 307.)

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsbericht.

Vereinsversammlung vom 24. April 1918, abends 8 Uhr.

Vorsitzender und Schriftführer: Herr Schleyer.

Anwesend: 14 Mitglieder.

Nach Bekanntgabe der geschäftlichen Eingänge wird dem Antrage des Verbandsvorstandes, über die Aufnahme des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Bonn in den Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine durch schriftliche Abstimmung zu befinden, ohne Debatte entsprochen und der Aufnahme des Bonner Vereins zugestimmt. — Der Antrag der Firma Gebr. Jänecke, für das geringere Papier des laufenden Jahrganges unserer Vereinsschrift neben dem bewilligten Teuerungszuschlag von 25 % noch eine weitere Zulage zu gewähren, wird einstimmig abgelehnt, ebenso die Anzeige (nicht Antrag!) der Firma C. W. Kreidels Verlag, daß sie über den Vertrag einseitig von ihr festgesetzte höhere Sätze in Anrechnung bringen werde. — Als Vertreter des Vereins auf der am 15. und 16. Juni d. J. in Cassel tagenden Abgeordneten-Versammlung der Verbandsvereine werden die Herren Schleyer und Nessenius gewählt. — Ein Antrag des Deutschen Hilfsbundes für kriegsverletzte Offiziere wegen Zuweisung einer Stelle für einen armamputierten Reg.-Baumeister bei einem städtischen Bauamt wird an den Akademischen Hilfsbund, Zentrale Berlin, verwiesen, der eine umfassende Berufsberatung eingerichtet hat. — Es folgt der Vortrag des Herrn Privatdozenten Dr. Habicht „über die mittelalterliche Plastik Hildesheims". Der Redner, der seine eingehenden kunsthistorischen Forschungen dieses Gebietes unlängst veröffentlicht hat, gab in fesselndem, mehr in die Tiefe als in die Breite gehenden Vortrag einen Ueberblick über die in Hildesheim noch vorhandenen Schätze an mittelalterlichen Kunstwerken der Plastik, die in einer großen Reihe von Lichtbildern veranschaulicht wurden. Lebhafter Dank des Vereins lohnte dem Vortragenden die Mühe zugleich mit dem Bedauern, daß nicht mehr Mitglieder anwesend waren. — Schluß der Sitzung gegen $10^1/_2$ Uhr.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

GENERAL LIBRARY
7 1919
UNIV. OF MICH.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1918. Heft 6.
(Band LXIV. Band XXIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:

DEMAG
Eisenhochbauten.
Pressluftanlagen
Dampfkrane
7377
Deutsche Maschinenfabrik A.-G.
DUISBURG

Wiesbaden. C. W. Kreidel's Verlag. 1918.

C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Eisenbahn-Werkstätten der Gegenwart

Bearbeitet

von

Meyeringh, Regierungsbaumeister Witten

Richter, Baurat in Leipzig

Troske, Geheimer Regierungsrat Professor Hannover

Wagner, Ober- und Geheimer Baurat Breslau

von Weiss, Geheimer Rat in München.

Mit 303 Textabbildungen und 6 lithographierten Tafeln.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Preis 15 Mark, gebunden 17 Mk. 70 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von **Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium und 2 Beilagen.

Preis 10 Mark, gebunden 11 Mark zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Entwürfe zu Kleinwohnungen.

Herausgegeben von

A. Holtmeyer

Landbauinspektor in Cassel.

Mappe I: **Einfamilienhäuser**

20 Blatt Preis 4 M. 80 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

Mappe II: **Zwei- u. Vierfamilienhäuser**

15 Blatt Preis 3 M. 20 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

Rechtliche und technische Bedingungen

für die

Ausführung von Arbeiten

und

Lieferungen beim Eigenhausbau.

Preis 60 Pfg. zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- u. Stadt-Strassen.

Von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis M. 14.60, gebunden M. 16.— zuzüglich 20 % Teuerungszuschlag.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1918. Heft 6. (Band LXIV; Band XXIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Die deutschen Architekturtheoretiker des 17. und 18. Jahrhunderts.

Von Dr. V. C. Habicht (Hannover).

IV. Kapitel: Die Ornamentiker.

(Schluß des IV. Kapitels.)

c) Kirchen.

Die im „Fürstlichen Baumeister" angegebenen Kapellen lassen sich nicht als besondere architektonische Erfindungen bezeichnen. Es sind rechteckige Säle, die nur durch die Anpassung an die Kultbedingungen eine besondere Behandlung gegenüber den anderen Sälen erfahren. Die von Decker dabei gelieferten Entwürfe für die Ausstattung sollen in einem späteren Abschnitt behandelt werden. Eine nähere Betrachtung verdienen dagegen die in der Civilbaukunst[16]) erscheinenden Entwürfe. Decker beschränkt sich auf zwei Typen: den Zentralbau und die kreuzförmige Basilika. Die Zentralanlage (Abb. 14) ist als kleinerer Bau gedacht. Ein nur andeutender Grund- und ein etwas detaillierter gegebener Aufriß sowie kurzer Text erläutern die Absichten Deckers. Der außen achteckige, innen „ablängtlicht runde" Grundriß nimmt durch die Haupt- und Nebentüren eine kreuzförmige Teilung vor. Gegenüber dem Haupteingange befindet sich die Vereinigung von Altar und Kanzel. In den Pfeilerkernen des Haupteinganges und je einem der Seiteneingänge befinden sich Wendeltreppen als Aufgänge zu der Orgel und den Emporen. Leider schweigt sich Decker darüber aus, wie er sich die Unterbringung der „Emporkirchen" eigentlich denkt. Etwas mehr konnte der nach Belehrung Suchende schon dem Aufriß entnehmen. Das durch zwei freistehende Säulen und halbrunden balkonartigen Vorbau geschmückte Hauptportal, die Verkröpfungen der Pfeiler, die sorgfältig gezeichneten Gesimse, die reichen Fenster und der obere Abschluß bieten Anregungen genug. Die unteren hochrechteckigen, halbrundgeschlossenen Fenster zeigen die reichen Formen, wie sie Decker in seinen Einzelentwürfen gebracht hat (siehe dort). Darüber befinden sich elliptische Fenster, gleichfalls mit aufwendigen Umrahmungen und Girlanden als unterem Schmuck. Ueber dem Hauptgesims erhebt sich eine geschlossene Attika, auf der den Pfeilern entsprechende Figuren aufstehen. Ueber der Spitze des Dreiecksgiebels des Hauptportals erscheint sinngemäß eine größere Statue des Heilandes. Das zeltförmige Dach schließt mit einer, von einer Zwiebelhaube mit Voluten gezierten, Laterne ab.

Die kreuzförmige Basilika behandelt Decker auf drei Blättern. Die größere Ausführlichkeit zeigt bereits, daß er dieser Form den Vorzug gibt, oder sie wenigstens für die gebräuchlichere hält. Die Berufung auf Goldmann im Texte zeigt fernerhin, daß Decker gar nicht den Ehrgeiz besitzt, auf diesem Gebiete selbständige Erfindungen zu bieten. Der Grundriß ist darnach auch von einer erstaunlichen Schlichtheit, oder besser gesagt Nüchternheit. Auch Aufriß und Querschnitt bieten nichts, was zu besonderer Hervorhebung veranlassen könnte.

Man merkt den Plänen deutlich an, daß sie eigentlich nur der Vollständigkeit halber, aber keineswegs als Mittel eigener Ideen und Gedanken gebracht werden.

d) Gartenanlagen.

Die wichtigsten Ideen gibt Decker auch auf diesem Gebiete im „Fürstlichen Baumeister", während ein bei Chr. Weigel, Augsburg[17]), erschienenes Heftchen in vier Blättern und die Civilbaukunst[18]) nur Anläufe zu seinen reifen Gedanken bedeuten. Decker spricht sich am klarsten in zwei großen Gesamtplänen aus, dem „Prospect des Fürstlichen Lustgartens hinter dem Pallast" (Abb. 15) und dem „perspectivischen Auffzug des Königlichen Pallasts". Und hier sind es im wesentlichen österreichische, Wiener, Anregungen, die die Gestaltung bestimmen. Leider geht Gothein[19]) gar nicht auf Decker ein und begibt sich damit einer sehr wichtigen und aufschlußreichen Quelle, die aber auch hier hinsichtlich ihrer Bedeutung für die deutsche Gartenbaukunst nicht erschöpft werden kann. Nach Gotheins Darstellungen ist es aber wenigstens möglich, den wienerischen Gleichklang von Deckers Schöpfungen zu bestimmen. Er äußert sich in der Vorliebe für Terrassen, in der reichlichen Verwendung von Fontänen

[16]) Vgl. Civilbaukunst Tafeln N—Q des III. Teiles.

[17]) Bibliothek des Kunstgewerbe-Museums Berlin, Nr. 1586. Die Blätter sind offenbar einzeln (o. O. und J. bei J. Chr. Weigel) erschienen.

[18]) Civilbaukunst, Tafeln L und M.

[19]) Vgl. M. L. Gothein: a. a. O.

und hohen Bosketts und der Begrenzung der Hauptfluchtlinien durch Architekturen. Erstaunlich bleiben dabei Deckers Einfühlungskraft und seine Umwandlungsfähigkeit der Anregungen, wie auch hier wieder die schöpferische Phantasie. Die Elemente der Schöpfungen sind ihm natürlich überkommen, das Eigene beruht in erster Linie auf der Zusammenstellung, dem freien künstlerischen Ordnen und Bilden. Von besonderem Werte sind Deckers sehr ausführliche Entwürfe für Einzelheiten, die er im Anh. zum I. Teile des „Fürstlichen Baumeisters" auf den Tafeln 12—23 gibt. Auch hier tritt Deckers Vorliebe für hohe, kunstvoll gestaltete und angelegte Bosketts und für Fontänen, für die er im dritten Teil des „Fürstlichen Baumeisters" auf den Tafeln 24—27 noch besondere Entwürfe bietet, zutage. Ein besonderer Wert als anregende Schöpfungen liegt in diesen Plänen neben ihrer künstlerischen Bedeutung.

Aus den beiden hier abgebildeten Entwürfen (Abb. 8 und 15) gehen Deckers Verdienste auf diesem Gebiete deutlich genug hervor. Neben den bereits betonten Eigenarten sind es ganz zweifellos die Unerschöpflichkeit und Großzügigkeit der Gedanken, die diese Pläne auszeichnen und ihren Wert als anregende Vorbilder zur Genüge hervortreten lassen. Es sind Flammen, an denen sich auch die kleinste Phantasie entzünden mußte — und wie überall beruht hierauf, mehr als auf abklatschbaren Einzelheiten, der unversiegbare Einfluß Deckers [19a]).

e) Inneneinrichtung und Dekoration.

Decker ist zweifellos ein raumschöpferisches Genie gewesen. Höher steht er aber gewiß noch als Innenarchitekt. Auch auf diesem Gebiete will die Vorfrage nach der Herkunft seiner Schöpfungen und nach dem Anteil seiner französischen und anderen Vorbilder unbedingt vorab erledigt sein.

Die Behandlung der Innenarchitektur ist ein Gebiet, das die uns bis jetzt bekannt gewordenen Theoretiker des 17. und 18. Jahrhunderts nur in ganz allgemeiner und unzulänglicher Weise in Angriff genommen haben. Reichlich blasse, theoretische Erörterungen über Malerei, Plastik usw. konnten bei den tatsächlich auftretenden Anforderungen kaum einen nutzbaren Anhalt bieten, vor allem auch deswegen nicht, weil die Beigabe durchgezeichneter Ansichten fehlte. Es ist ein zweifelloses Verdienst der französischen Theoretiker diese Lücke zuerst erkannt und ausgefüllt zu haben. Marot, Béraine und Lepautre haben diese Aufgaben zuerst in Angriff genommen und durch ihre Schule ist Decker auch gegangen.

Trotz dieser Feststellungen wird man die Leistungen Deckers nicht gering anschlagen. Der Unterschied den Franzosen gegenüber besteht vor allem darin, daß diese sich meist mehr auf Einzelheiten (Kamine, Einzelwand, Decke usw.) beschränken, während Decker sich weitergehende Aufgaben stellt und nun jeden einzelnen Raum des betreffenden Gebäudes auf verschiedenen Ansichten so genau durchzeichnet, daß er nach den Vorlagen (Mittel usw. vorausgesetzt) jederzeit ausgeführt werden könnte. Am großartigsten ist dies selbstgesteckte Ziel im „Fürstlichen Baumeister" erreicht worden, wo die Einzeleinrichtungen nahezu sämtlicher in Betracht kommender Räume und zwar in mehreren Zimmeransichten mit größter, die Uebertragung in die Praxis stets im Auge behaltender Genauigkeit geboten werden. Das Beste, was man hier hinsichtlich des Verdienstes Deckers sagen kann, wird die Hervorhebung und Betonung der schier unversiegbaren Phantasie und des zielsicheren Geschmackes betreffen.

[19a]) Auf die Gartenanlagen wird in einem späteren Kapitel noch zurückzukommen sein.

Mit einer unvergleichlichen Beweglichkeit des Formenschatzes weiß er sich durchgängig den Zwecken der jeweils zu gestaltenden Räume anzupassen. Bald rauscht es fortissimo in den Prunkräumen des königlichen Palastes, bald gedämpfter in denen eines fürstlichen Hauses und schließlich auch ganz zart und leise in den intimeren, eigentlichen Wohngemächern.

Der Grundton wird angeschlagen und festgehalten durch die nur denkbar wandlungsfähige architektonische Gliederung der Wand. Auf Sockeln stark hervortretende, freistehende Säulen, einzeln und gekuppelt, geben den Haupträumen des königlichen Palastes von vornherein einen wuchtigen, volltönenden Akkord. Hier tragen die Säulen öfters durchbrochenes, für sich stehendes Gebälk, das zuweilen große Freistatuen trägt, ein darüber erscheinender Wandstreifen erhält Oberlichtfenster; Karyatiden und Hermenpfeiler bilden eine scharfe Gliederung; in mächtigen Formen wird der Uebergang zur Decke gestaltet. Im Fürstenpalast sind nur die Kapelle, der Speisesaal und der große Saal (Abb. 16) ähnlich streng gegliedert. Rundsäulen mit Kompositkapitälen tragen hier ein schweres, reich verziertes Gebälk. Pfeiler und gewundene Säulen erscheinen dort im Audienzsaal, während die übrigen Wohnräume nur durch Pfeiler leicht gegliedert werden. Zuweilen geht Decker dann sogar so weit, nur durch Stoffdrapierungen, die streifenförmig und bauschig gerafft von dem Deckengesims herabhängen, und mit Quasten eine Aufteilung vorzunehmen (Abb. 17).

Bei der starken Betonung der Architektur verschwinden die Wandflächen ziemlich in den königlichen und fürstlichen Prunkräumen. Ein Aufgebot zahlreicher stark bewegter Figuren in Nischen, als Büsten oder in Stuck, bestimmt hier den Eindruck (Abb. 18). In den Wohngemächern verlieren die Pfeiler und ähnliche Gliederungen schon durch ihre reichlichen, auflösenden Schmuckformen den straffen, kühlen Charakter. Und hier offenbart Decker einen Geschmack, der ganz erstaunlich genannt werden muß (Abb. 19 und 20). Seine ganze Sicherheit der Beherrschung der neuen Ornamentformen und seine unbegrenzte Erfindungsgabe kommen hier zur vollsten Wirkung. Die Wandfläche selbst wird meist in Streifen gegliedert, die mit reichem Schmuck bedacht werden. Die tür- und fensterlosen Seiten erhalten größere Flächen, in denen reines Groteskenwerk und figürlich-allegorische Szenen miteinander abwechseln.

Mit ganz besonderer Sorgfalt behandelt Decker die Türen. Die Türpfosten (oder Thür-Schenckel, wie Decker sagt) sind meist aus Rundleisten, mit und ohne Ornamentüberzug, und zuweilen aus Halbsäulen gebildet. An einer Stelle (F. B. I/43) (Abb. 20) gibt Decker den Hinweis, daß sie aus Marmor gemacht sein können. Für die meisten ist aber Holz als Material anzunehmen. Außerordentlich reich sind die Aufsätze über dem Sturz gegeben. Malereien, Stucco, getriebene Kupfermedaillen mit antikischen Imperatorenköpfen und Spiegelgläser wandeln den reichen Formenvorrat Deckers in den verschiedensten Gestalten ab. Zuweilen verdecken geraffte Stoffe die Pfosten.

Die Türflügel sind mit reichem Ornamentwerk, mit Blattformen, Muscheln, Rosetten, Vasen, Girlanden, Tierschädeln bedeckt. Meist geschnitzt gedacht. Einen textlichen Hinweis finden wir auf Tafel I/43 des „Fürstlichen Baumeisters": „Die Crodesques arbeith auf den Thür flüglen kōnen auf Gold grund roth blau oder grün gemahlet seyn, welche auf denen erhabenen Füllungen stehen."

Die Fenster sind an ihren der Mauerstärke entsprechenden, einspringenden Schrägen mit Ornamenten und Figuren reichlich geschmückt. Das in Stucco gedachte Gewände umzieht dieselben in bewegten Formen. Eine nähere Betrachtung eines Beispieles der Fenster des großen Saales des fürstlichen Palastes mag das Gesagte noch schärfer hervorheben (Abb. 16). Freistehende Säulen tragen ein

einfaches Gebälk. Auf dem darüber befindlichen Rundbogen lagern Figuren. Ein kreisförmiges Medaillon, mit einer mythologischen Szene geschmückt, erhebt sich über dem skulpierten Schlußstein. Die Seitenpfosten neben den Säulen sind als Pfeiler behandelt und mit Feldern, Figurenmedaillons und Girlanden geschmückt. Bezeichnend ist die Steigerung am Mittelfenster. Hier lagern die reichbewegten Figuren seitlich auf dem Sturze, um einer prächtigeren Füllung über dem Rundbogen Platz zu machen. Mächtige Voluten tragen eine Art von Bank, auf der eine von Wolken und Engeln umgebene weibliche allegorische Gestalt thront. Ein kunstvoller, schwerer Baldachin schließt nach oben ab.

Die Farbe spielt bei den an sich schon überreichen Formen der Innendekorationen auch noch eine den Gesamteindruck stark bestimmende Rolle. Decker ist mit Hinweisen in dieser Beziehung zwar sehr sparsam. Daß er sich aber alles in leuchtenden und harmonischen Farben gehalten denkt, beweisen doch einige kurze Andeutungen, wie die bereits erwähnte.

Die Decken finden gleichfalls eine der Bestimmung der jeweiligen Räume angepaßte Behandlung. Decker breitet im „Fürstlichen Baumeister" einen großen Reichtum an Entwürfen aus, der von seiner Erfindungsgabe und seinem Geschmack beredtes Zeugnis ablegt. Auch hier zieht er die Summe seiner Erfahrungen und seines Wollens und geht weit über frühere Entwürfe hinaus. Man hat deshalb das Recht, zur Kennzeichnung seiner Bedeutung auf die in seinem Hauptwerke gegebenen Tafeln zurückzugreifen. Neben Teilstücken von Decken, die bei Rissen von Zimmereinrichtungen, besonders des Königlichen Palastes, erscheinen, gibt Decker noch zu allen wichtigeren Räumen gesonderte Entwürfe für die Decken. Der Vorzug liegt auch hier in der zeichnerischen Leistung, während textliche Erläuterungen nur bei einigen Beispielen und mit Beschränkung auf knappe Hinweise gegeben werden. Nur einmal geht er auf den gedanklichen Inhalt ein, Tafel I/23, beschränkt sich aber auch dabei auf Nennung der darzustellenden — oder bei ihm dargestellten — Mythologien. Die kurze Erläuterung möge hier verbo tenus folgen: „In diesem Plafond wird vorgestellet das Leben Aeneae, wie Er erstlich seinen Vatter mit der Flucht errettet, 2tens seines Vatters Absterben, 3tens Aenaeae Traum bey dem Tyberfluß, 4ten Aeneae Opffer, 5tens wie Ihme Vulkanus auf Liebkosen Veneris als seiner Mutter die Waffen zubereitet.

Diese Figuren können von mosaischer Arbeit eingelegt seyn, die Vögel und Kinder mit natürlichen Farben, die Schilder worinnen die Historien sind medalisiret, die Decken roth, die übrigen Ornamenta von Gold und der Grund Blau, das mittlere Stück aber, als die Vergötterung Aeneae mag man mit Oelfarben auf Tuch mahlen". Aus anderen kurzen Andeutungen geht hervor, daß der Rand, besonders die Figuren, aus Stuck oder Gips angefertigt werden mögen, daß die Mitte al fresco gemalt sein kann und daß reichlich Spiegelglas zur Erhöhung der Wirkung verwandt werden soll.

Was nun die eigentliche künstlerische Gestaltung der Decke betrifft, so bindet sich Decker an kein bestimmtes Schema; bald sind es perspektivische Architekturen im Geiste A. Pozzos, bald gemalte Mythologien, die den breiteren Raum einnehmen. Meist erscheint am Rande ein mächtiges kartuschenartiges Ornament, das Einzelfelder zur Aufnahme von Szenen und Figuren bietet, und in der Mitte ein größeres Feld, in dem auf Wolken schwebende allegorische Gestalten, Götter und Göttinnen, Architekturen usw. dargestellt sind.

Die Art der Gestaltung richtet sich natürlich nach dem Raume. Die beigegebene Abbildung (Abb. 21) gibt eine gute Vorstellung von den leichteren und freieren Entwürfen, in denen Deckers Grotteskenwerk die Hauptrolle spielt. Die aus den Ecken diagonal zur Mitte ragenden Baldachine beherbergen Personifikationen der vier Sternbilder Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, die Medaillons darunter zeigen menschliche Tätigkeiten: Jagd, Schauspiel, Bauen, Ringelstechen. Im Mittelfeld erscheint Apollo mit anderen Göttern und Genien. Das Ornament, die Fülle der übrigen Darstellungen können hier nicht im einzelnen gewürdigt werden. Wie bei allen Deckenentwürfen Deckers nimmt das Figürliche einen breiten Raum ein, namentlich die Decken des königlichen Palastes bestehen fast ausschließlich aus figürlichen Kompositionen. Es darf im Rahmen dieser Würdigung der architekturtheoretischen Ideen genügen, Deckers Reichtum und Erfindungsgabe auch auf diesem Gebiete der Innenarchitektur hervorgehoben zu haben[20].

f) Deckers Ornament.

Man muß sich das ganze Werk Deckers vorlegen, um zu einer gerechten Beurteilung der Bedeutung des Künstlers auf diesem Gebiete zu gelangen. Selbst wenn man hierbei die ähnliche Produktivität seiner französischen Vorbilder — Bérains, Marots und Lepautres[20a]) — als einschränkenden Faktor in Rechnung stellt, zwingen die Unerschöpflichkeit der Ideen Deckers und schon allein die Arbeitsleistung zu restloser Bewunderung. Die Kernfrage nach der Selbständigkeit muß hier und mit Recht vorweg behandelt werden. Daß die ungeheure Zahl der Entwürfe Deckers nicht allein auf eigener Verantwortung beruhen kann, versteht sich von selbst. Daß er den neuen Geschmack nicht erfunden haben wird, ebenso, daß sich für fast sämtliche Elemente seiner Erfindungen Vorbilder, namentlich bei Bérain, finden lassen, tut der Größe seines Schaffens keinen Abbruch. Wer würde einem mittelalterlichen oder Renaissancekünstler verargen wollen, daß sein Ornament in sehr vielen Punkten mit dem seiner Zeitgenossen fast bis aufs Haar übereinstimmt, und wer wollte deshalb von Unselbständigkeit oder gar Plagiatismus sprechen? Ueberdies ist mir trotz oft angestellter Vergleiche und Nachprüfungen nur ein Fall bekannt geworden, in dem sich Decker fast wörtlich an sein Vorbild Béraine anschließt[21]). Im übrigen bleibt die ungeheure Fülle seiner Erfindungen sein unbestreitbares Eigentum. Die Elemente seines Ornaments verleugnen die Herkunft aus den Vorlagen Béraines allerdings nirgends. Allein die Zusammensetzung, die Art der Verwendung und auch die Durchbildung und Umformung gehen auf ihn zurück.

Was nun die Eigenart des Ornaments selbst betrifft, so ist diese durch die Bezeichnung Deckers selbst bereits bestimmt: Grotteske[22]). Grotteskenornament ist ja nun in erster Linie auch das seines Vorbildes Bérain, wie diese Ornamentform in Frankreich überhaupt seit der Renaissance eine ganz besondere Pflege und Durchbildung erfahren hat[23]). Neben der Grotteske kommen aber auch noch andere Formen vor, die gleichfalls beachtet werden wollen.

Namentlich beim Grotteskenornament (Abb. 19—21) bildet ein freies, geschweiftes Bandwerk die Grundlage, gewissermaßen das Gerüst, um und an das die übrigen Ornamentteile in loser Weise aufgereiht werden. Das Bandwerk selbst tritt in zwei Formen, durchgängig gleich-

20) Es wäre eine lohnende Sonderuntersuchung, Deckers praktische Bedeutung für die deutsche Deckenmalerei des 18. Jahrhunderts festzustellen. Eine wissenschaftliche Gesamtdarstellung der deutschen Deckenmalerei des 18. Jahrhunderts, die noch immer aussteht, darf an seinen Entwürfen jedenfalls nicht vorübergehen.

20a) Verzeichnis der Werke bei P. Jessen: a. a. O.

21) Vgl. „Fürstlicher Baumeister" I/22.

22) „Crodesquen", „Grodeschgen" u. a.

23) Vgl. H. v. Geymüller: Die Baukunst der Renaissance in Frankreich (Handbuch der Architektur), Bd. II/6, 1, S. 256 ff.

zeitig, auf. Die schwerere, breitere, meist dunkel schraffierte erweist sich deutlich als der Ausläufer des Beschlägbandwerks. Wenn eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in seiner Verwendung auch nicht festzustellen ist und ein reiches Spiel geometrischer Formen seine Struktur bestimmt, so herrscht doch hier noch eine gewisse Mäßigung vor. Rahmenartige, leistenähnliche und abschließende Gestaltung spielt die Hauptrolle.

Ganz anders ist die zweite Form des Bandwerks gehalten. Es ist schwächer gegeben, weiß gehalten, durch zwei Begrenzungslinien gebildet und tritt hauptsächlich in Knotenverschlingungen auf. Hier herrscht nun ein echt nordisches Gefühl. Die Unregelmäßigkeit der vielerlei Verschlingungen, des Verknotens und Durchsteckens gemahnt unmittelbar an germanische und mittelalterliche Ornamentformen, d. h. an deren Prinzip und Gestaltung. In diesem Gerüst erscheinen nun in unerschöpflicher, spielerischer Freiheit die verschiedenartigsten, eigentlichen Schmuckformen. Vorweg sei bemerkt, daß bei Bérain die Hermenpfeiler einen weiteren großen Raum innerhalb des Grotteskenwerks einnehmen, die bei Decker fast gar nicht verwandt werden. Dagegen spielt das Figürliche eine sehr große Rolle; im allgemeinen mit einer Vorliebe Bérains zweifellos übereinstimmend. Bezeichnend ist, daß die Figuren meistens mit scharfer Beachtung ihrer Form verwandt werden, also eigentlich gar keine ornamentale Umgestaltung (Stilisierung oder partielle Umformung) erfahren. In der Mittelachse des Ornamentstreifens sind es vornehmlich freifigürliche Einzelgestalten, die nur in der Haltung und Bewegung eine leichte Unterwerfung unter den Rhythmus des Aufbaues erfahren, im übrigen aber durchaus als organische, körperliche Gebilde geachtet werden. Der Grund für diese Achtung ist leicht einzusehen. Die Figuren erscheinen nämlich fast durchgängig in allegorisch-symbolischem Sinne, der aus dieser Absicht heraus und zur Vermeidung von Undeutlichkeiten eben von vorneherein auf ornamentale Stilisierung oder stärker gesagt Vergewaltigung der funktionellen körperlichen Erscheinung verzichten mußte. Die Bedeutung der Figuren selbst ist durch Attribute (Glaube = Anker, Mars = Waffen, Venus = Pfau usw.) meist eindeutig bestimmt. Die Fülle, die Abwechselung, der Reichtum im Darstellungsschatze sind bei Decker besonders groß. In der ganzen Art dieser Verwendung symbolisch-mythologischer Gestalten macht sich wieder der volle Gegensatz gegenüber der antiken und Renaissancegrotteske geltend, und auch hier ist es deutlich ein dem mittelalterlichen nordischen Ornamente verwandter Zug, der das Erscheinen dieser Figuren beherrscht. Neben dieser Hauptverwendung der menschlichen Figur geht eine mehr nebensächliche und stilisierende einher. Zur Füllung erscheinen auf Blattwerk, auf dem Bandwerk, an den Ecken usw. meist symmetrisch angeordnet: musizierende Faune, Putten, posaunenblasende Engel, Frauen- und Männergestalten usw.

Einzelteile menschlicher Figuren werden gern in Medaillons und Büsten verwandt. Nach Bérains Vorgang liebt Decker die Verwendung eines mit einem muschelförmigen Pfauenfederschmuck verzierten Frauenkopfes, der nach unten in strahlenförmig gelegte Blätter, die wie eine Halskrause anmuten, ausläuft. Aber selbst bei diesem immer wiederkehrenden Einzelmotiv strebt Decker dauernd nach Abwandlungen des Themas und kaum eines gleicht dem anderen. Bald ist der Kopfputz, bald der Halsteil geändert oder schließlich der Typus des Frauenköpfchens abgewandelt.

Ebenso illusionistisch, nahezu naturalistisch wie die Freifiguren sind die Tierformen behandelt. Besonders häufig erscheinen Vögel (Pfauen, Störche, Papageien, Adler, Hähne usw.) (Abb. 22), die symmetrisch auf den Ecken des Bandwerks sitzen. Nur in dem launischen „zweyden Werklein von Groteschgen“ tummeln sich auch allerlei andere Tiere wie Eichhörnchen, Affen, Schlangen, Katzen, Hunde, Igel usw., und hier allein ist auch von der symmetrischen Anordnung und dem Naturalismus z. T. abgewichen worden (Abb. 22).

Im Gegensatz zu der Verwendung der Fauna erfährt die der Flora eine starke stilisierende Umbildung. Allein man darf auch hier nicht übersehen, daß daneben ganz naturalistische Formen eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Namentlich die gern verwandten Fruchtkörbe (Abb. 22) sind mit verhältnismäßig illusionistisch gegebenen Blüten und Früchten gefüllt, wie auch die ebenfalls häufig erscheinenden Girlanden und Blütengewinde meist leidlich zwanglos, unstilisiert und naturwahr gegeben werden.

Daneben geht eine sehr starke Stilisierung des Blattwerks, besonders wenn es in freier Weise aus dem Beschlag und Bandwerk herauswächst, es umschließt oder in sonst eine Verbindung damit gebracht ist, einher. Die Grundform bildet das Akanthusblatt. Dem sich Gegenüberstehen des derberen Beschlagwerks und des freieren und leichteren Bandwerks entspricht nun die Gestaltung des Blattwerks, das bald wuchtig, großlappig und breit, bald ganz dünn, fast zu zarten Linien verkümmert auftritt.

Gilt dies gekennzeichnete Grotteskenwerk in erster Linie bei Decker als Wandtafelschmuck, so verwendet er in den übrigen Schmuckteilen der Kamine, Fensterrahmungen, Vasen, Schlitten, Leuchter usw. im wesentlichen die gleichen Ornamentformen, wenn auch da in vielen Fällen von einer Grotteske — selbst in seinem Sinne — nicht mehr gesprochen werden kann. (Abb. 23.)

Einen wesentlichen Bestandteil des Ornaments — im weiten Sinne genommen — bilden ferner die zahlreichen figürlichen Szenen, die in den mannigfaltigsten Formen mit zu Schmuckzwecken verwandt werden. In elliptischen, kreisförmigen, rechteckigen und unregelmäßig gebildeten Rahmen, als Malerei, Stuck oder Marmorarbeit gedacht, breitet Decker eine ungeheure Fülle an Stoff aus, die beredtes Zeugnis für seine Bildung ablegt und ihrem Inhalte nach gar nicht angedeutet werden kann [24]).

Eine besondere Seite des Ornaments verdient noch der Erwähnung, die Chinoiserien, die bei Decker unter den deutschen Architekturtheoretikern zum ersten Male auftauchen. Im Gegensatz zu seinem großen Anreger Bérain, der nur einen sehr sparsamen Gebrauch dieser Motive durch Einführung phantastisch à la chinois gekleideter Männer macht, geht er breit und mit Behagen auf diese neue Formenwelt ein.

Von einer wirklichen Beeinflussung und Umgestaltung seines Ornaments durch die neue Formenwelt ist allerdings noch keine Rede (Abb. 24). Es handelt sich lediglich um Verwendung der neuen Motive auf besonderen Streifen, die meist auf Spiegelglas buntfarbig in Lackierarbeit ausgeführt werden sollen. Allerdings verraten die darin angebrachten Figuren, Landschaften und Szenen doch ein deutliches Streben, sich die Eigenart dieser „indischen“ Erscheinungen zu eigen zu machen, sich in ihren Geist zu vertiefen und sie zu verwenden. Und darin geht Decker zweifellos über Bérain hinaus.

Außerordentlich reizvolle Formen findet Decker in der stilisierten Verwendung von Schabracken, baldachinartigen Schirmen und Stoffdrapierungen. Die Elemente sind hier zweifellos auch schon bei Bérain ausgebildet, von Decker aber ungemein bereichert und umgestaltet worden.

---

[24]) Bei der noch ausstehenden, dringend nötigen Untersuchung über die Ikonographie des Barock darf Decker besondere Berücksichtigung erwarten. Ansätze, sehr wertvoller Art, hat H. Tietze bereits geliefert. Vgl. H. Tietze: Programme und Entwürfe zu den großen österreichischen Barockfresken. Jahrbuch der kunsthist. Sammlungen des allerhöchsten Kaiserhauses. Wien 1911. Bd. XXX, S. 1 ff.

Abb. 13. *Tafel 39 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher unbekannt).*

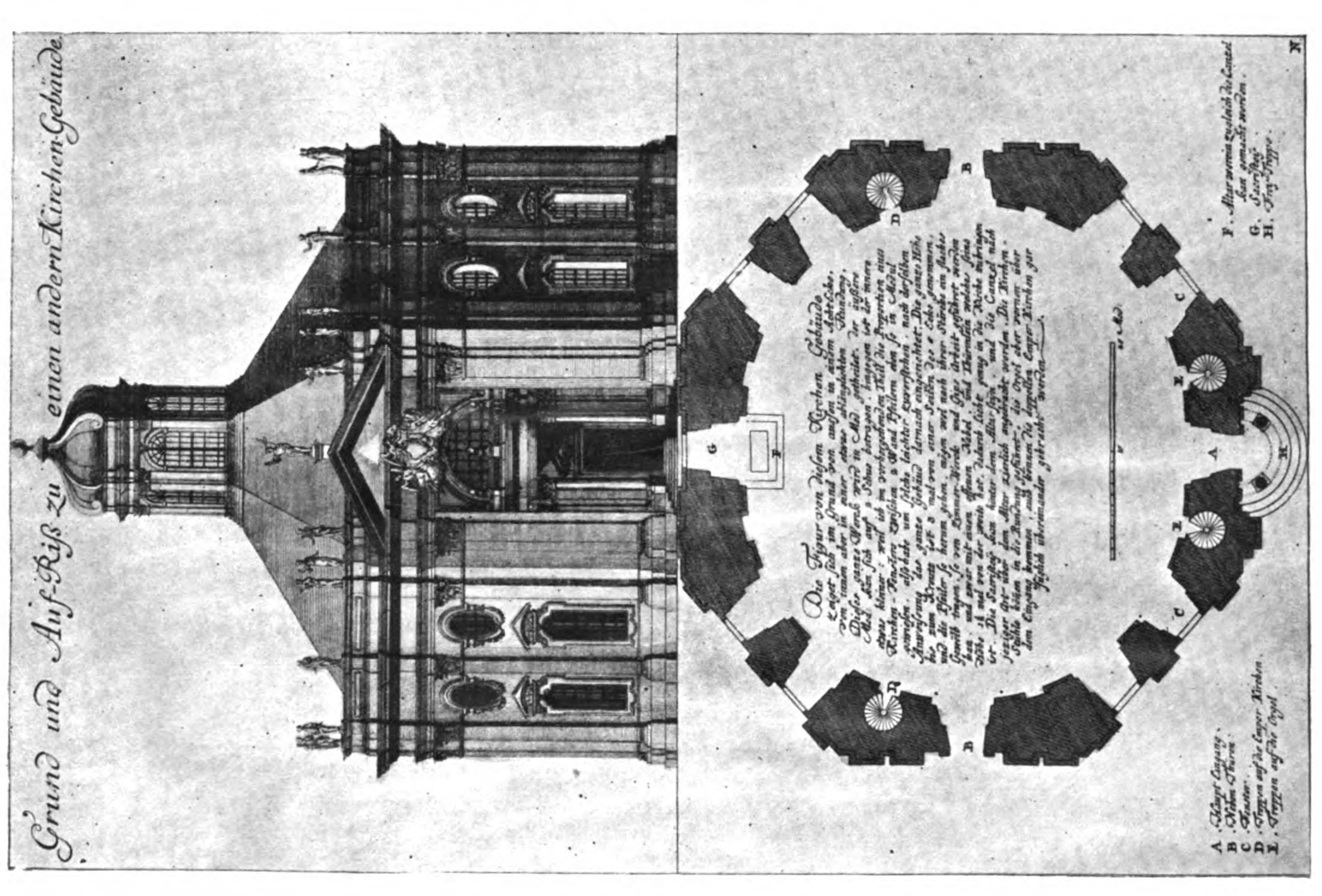


Abb. 14. *Tafel N der „Civilbaukunst" III. Teil (Stecher: Heumann).*

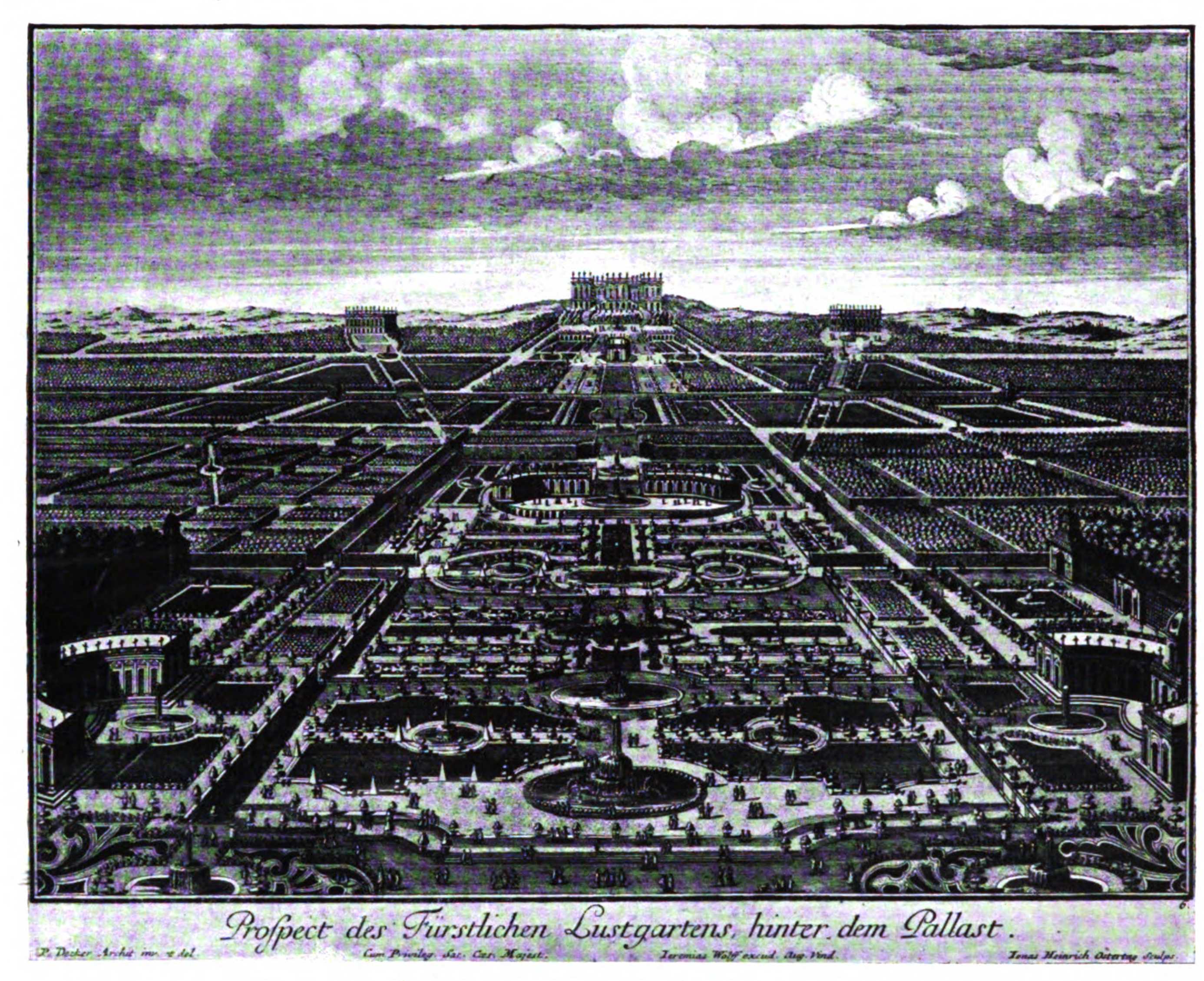


Abb 15. *Tafel 6 des „Fürstl. Baumeisters" Anhang zum I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Jonas Heinrich Ostertag).*

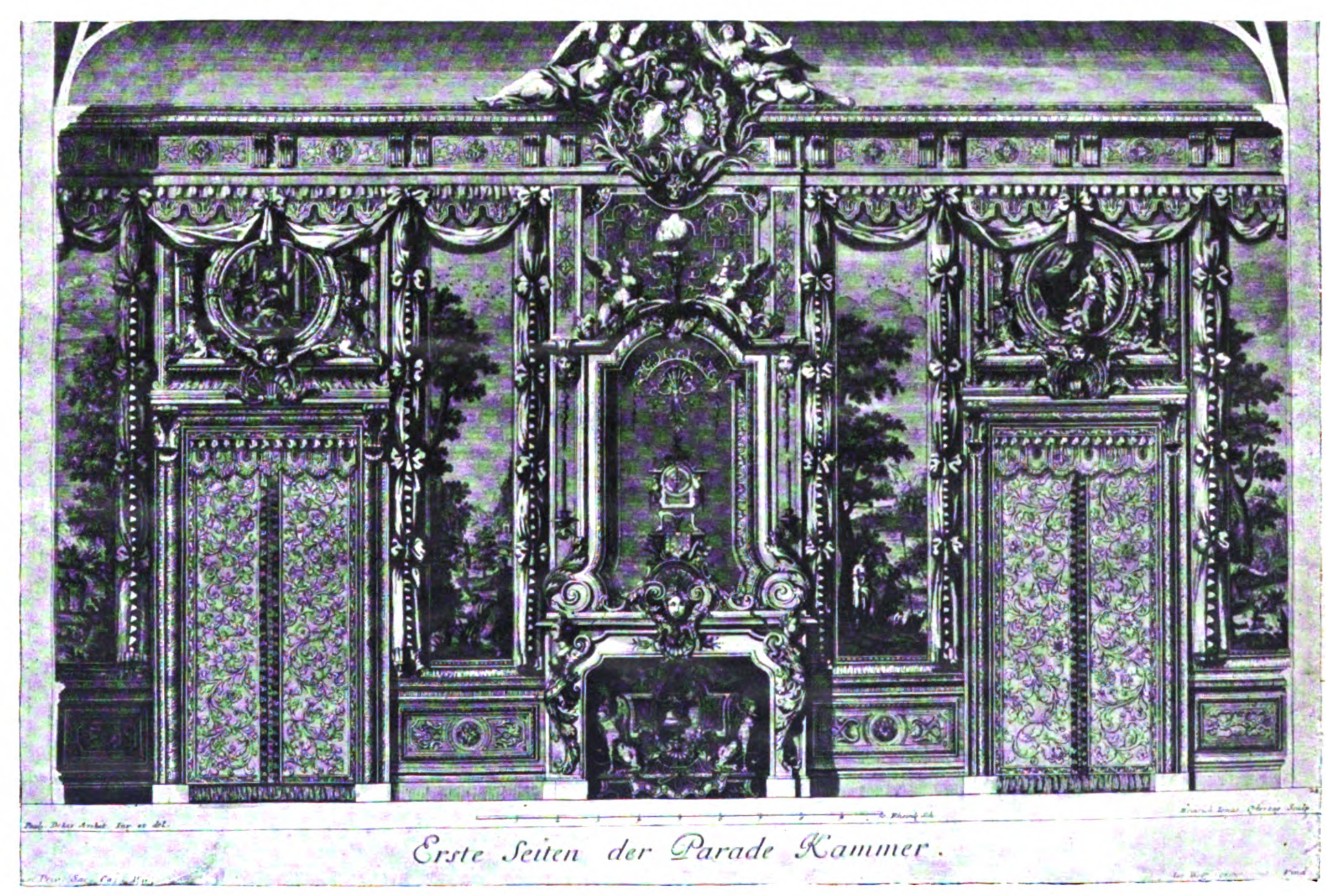


Abb. 17. *Tafel 28 des „Fürstl. Baumeisters" I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: Heinrich Jonas Ostertag).*

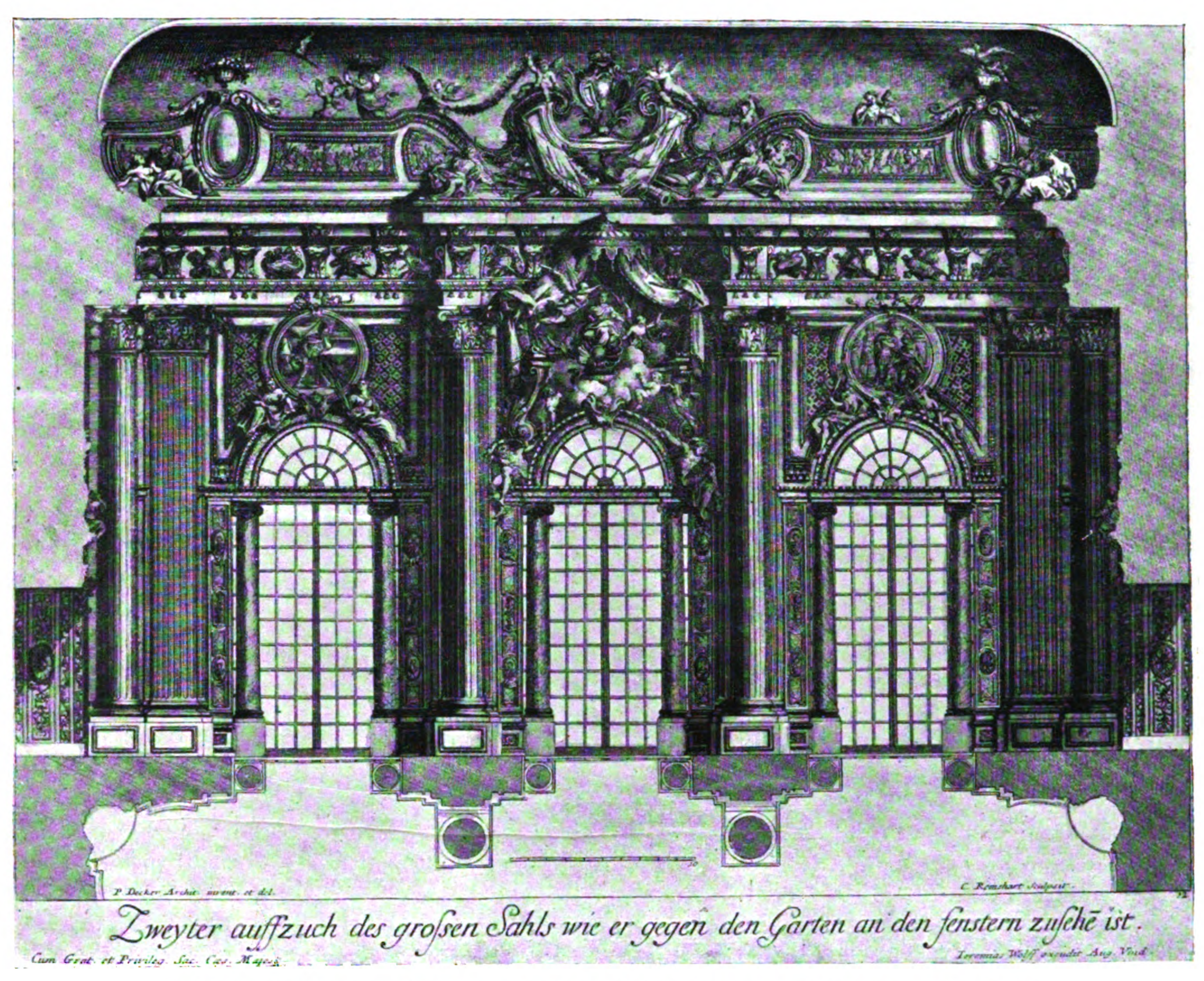


Abb. 16. *Tafel 12 des „Fürstl. Baumeisters" I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: C. Remshart).*

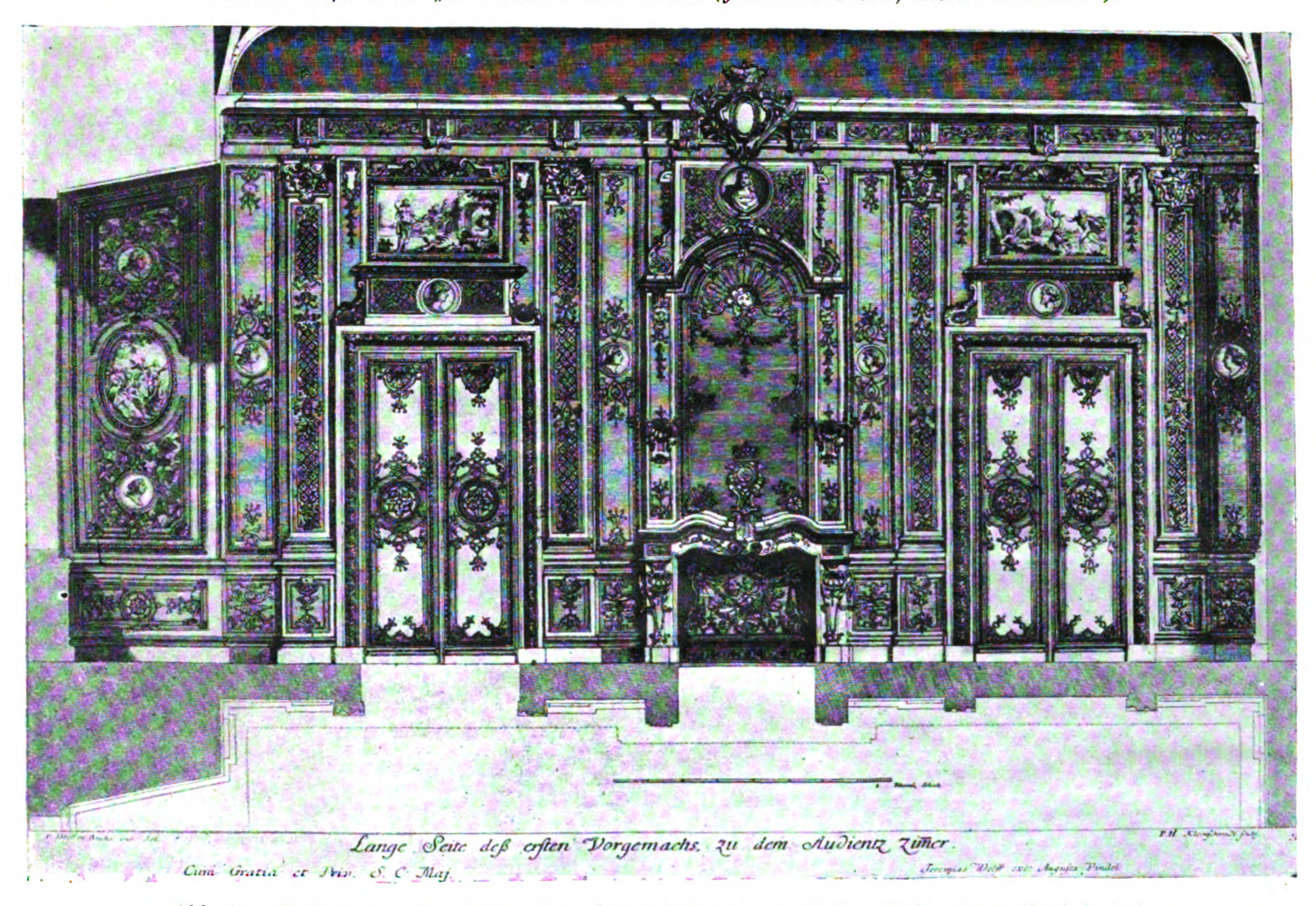


Abb. 19. *Tafel 16 des „Fürstl. Baumeisters" I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: P. H. Kleinschmidt).*

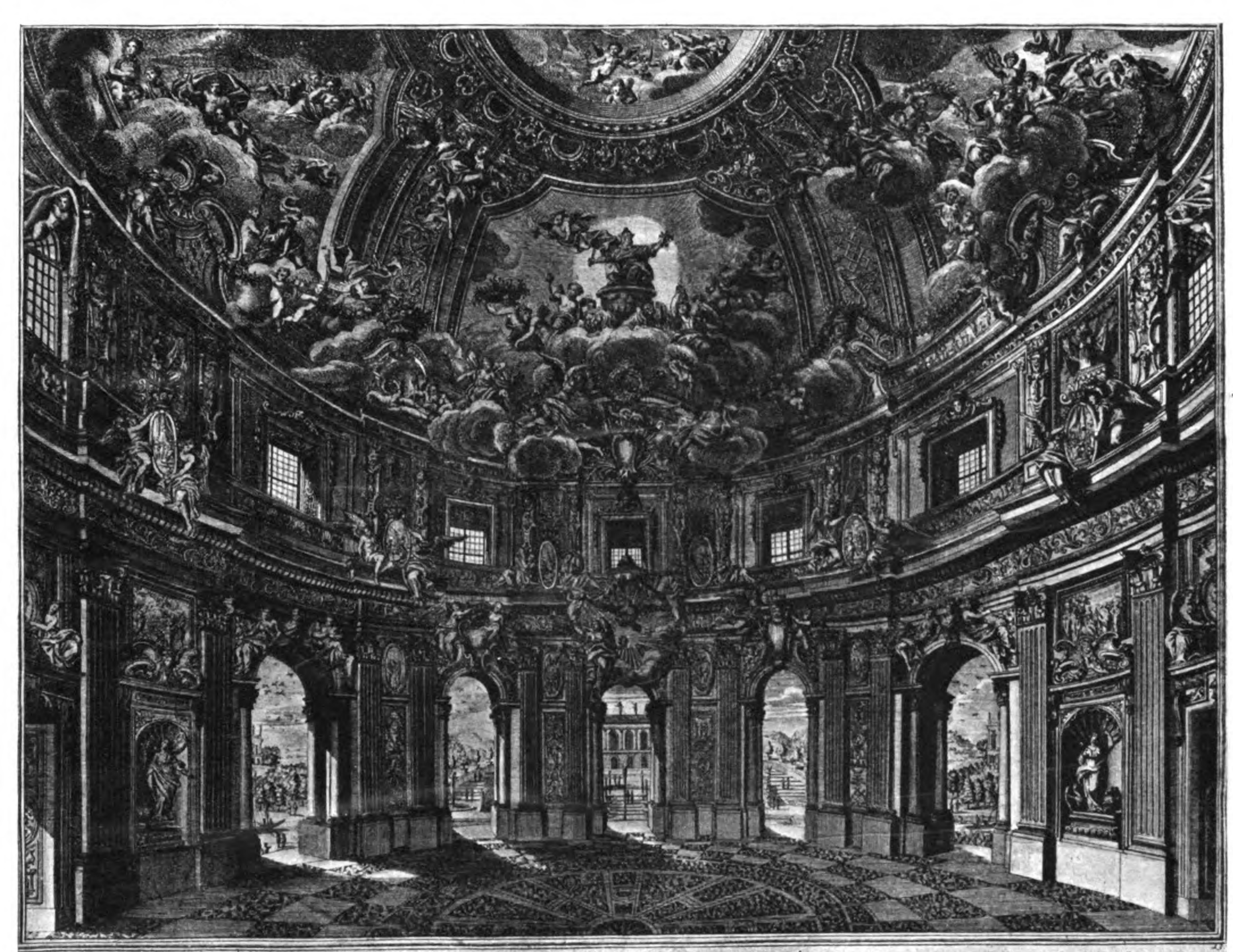


Abb. 18. *Tafel 13 des „Fürstl. Baumeisters" II. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: C. Remshart).*

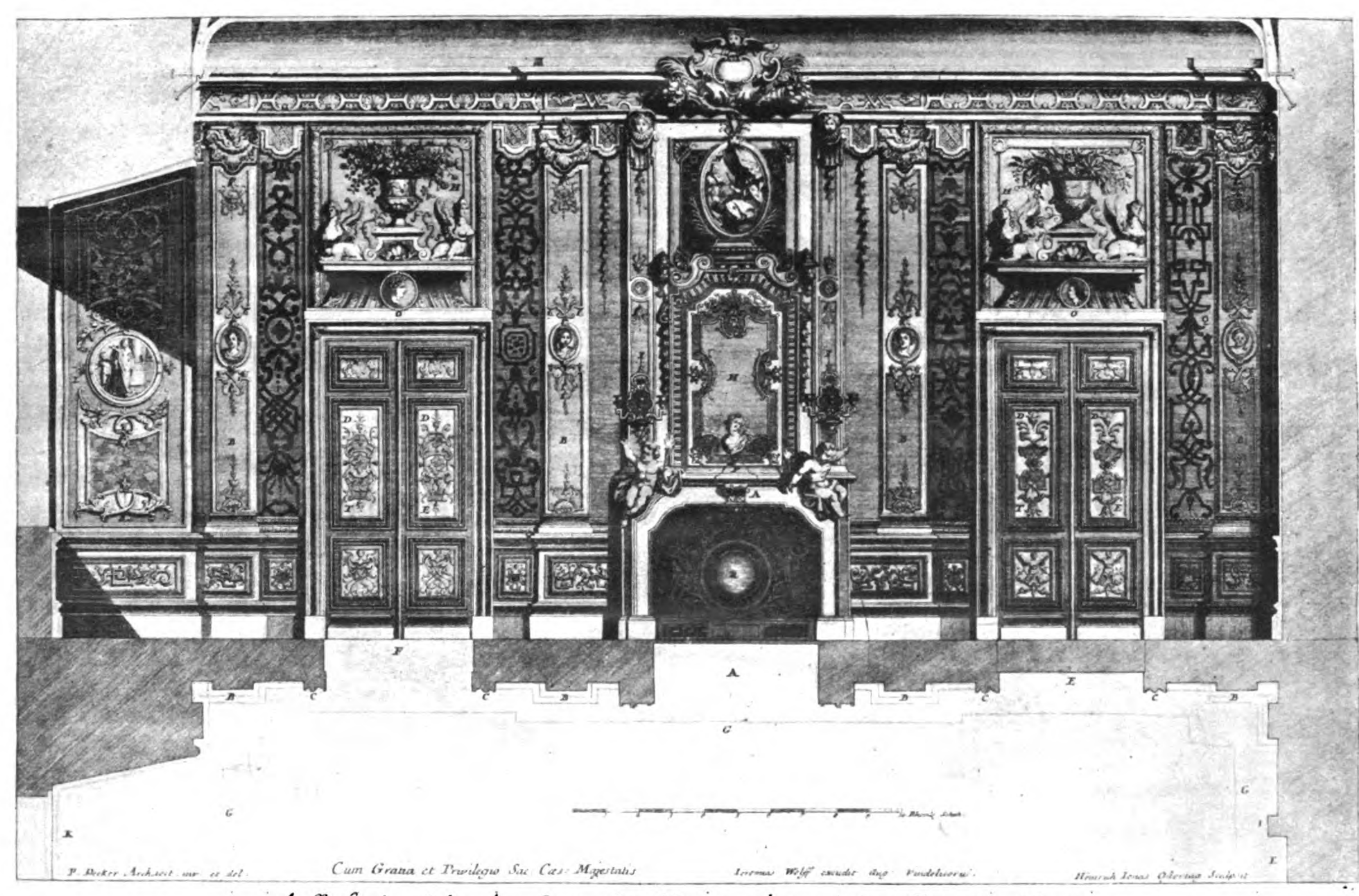


Abb. 20. *Tafel 43 des „Fürstl. Baumeisters" I Teil (gez. von P. Decker, Stecher: H. J. Ostertag).*

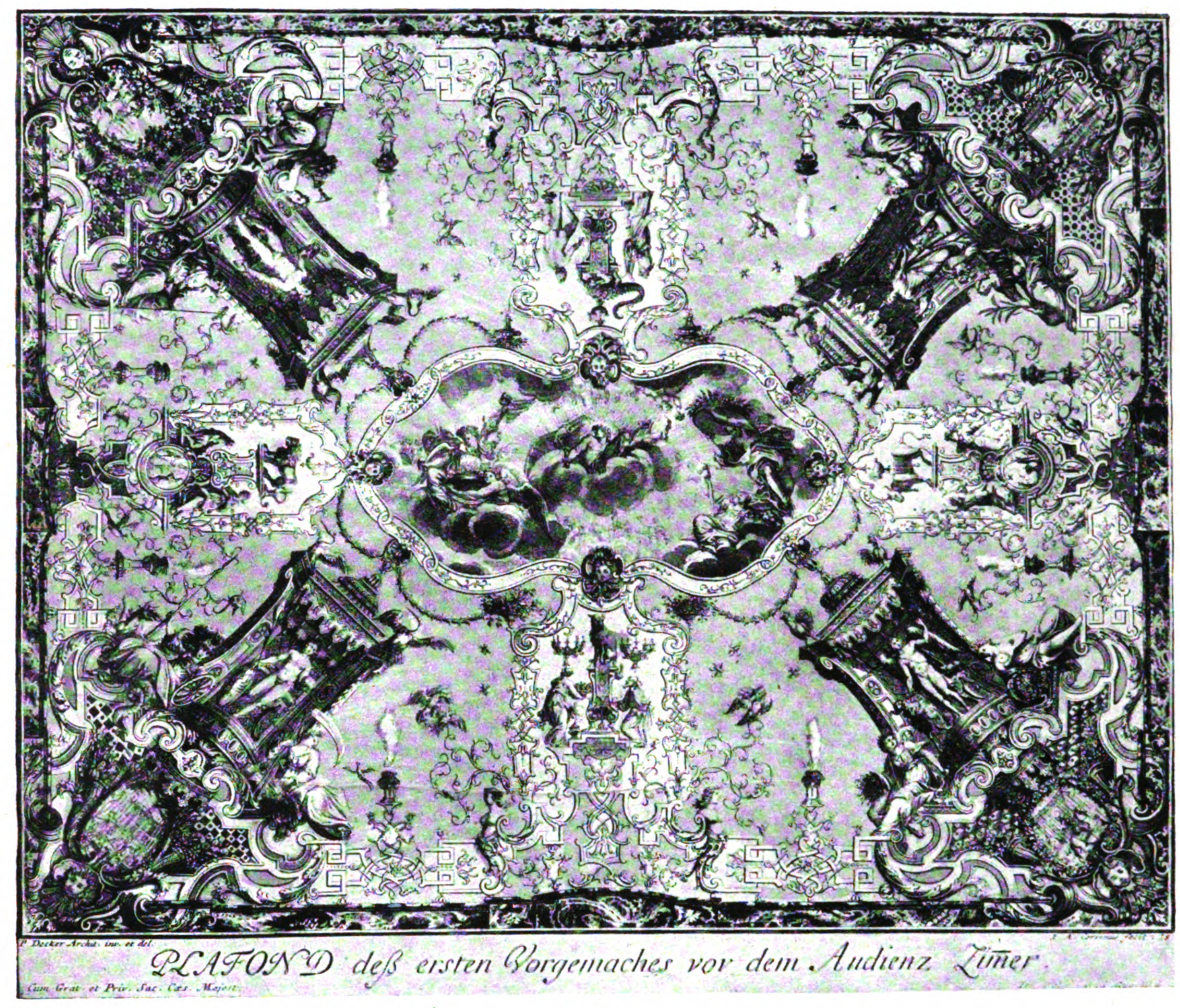


Abb. 21. *Tafel 18 des „Fürstl. Baumeisters" I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: J. A Corvinus).*

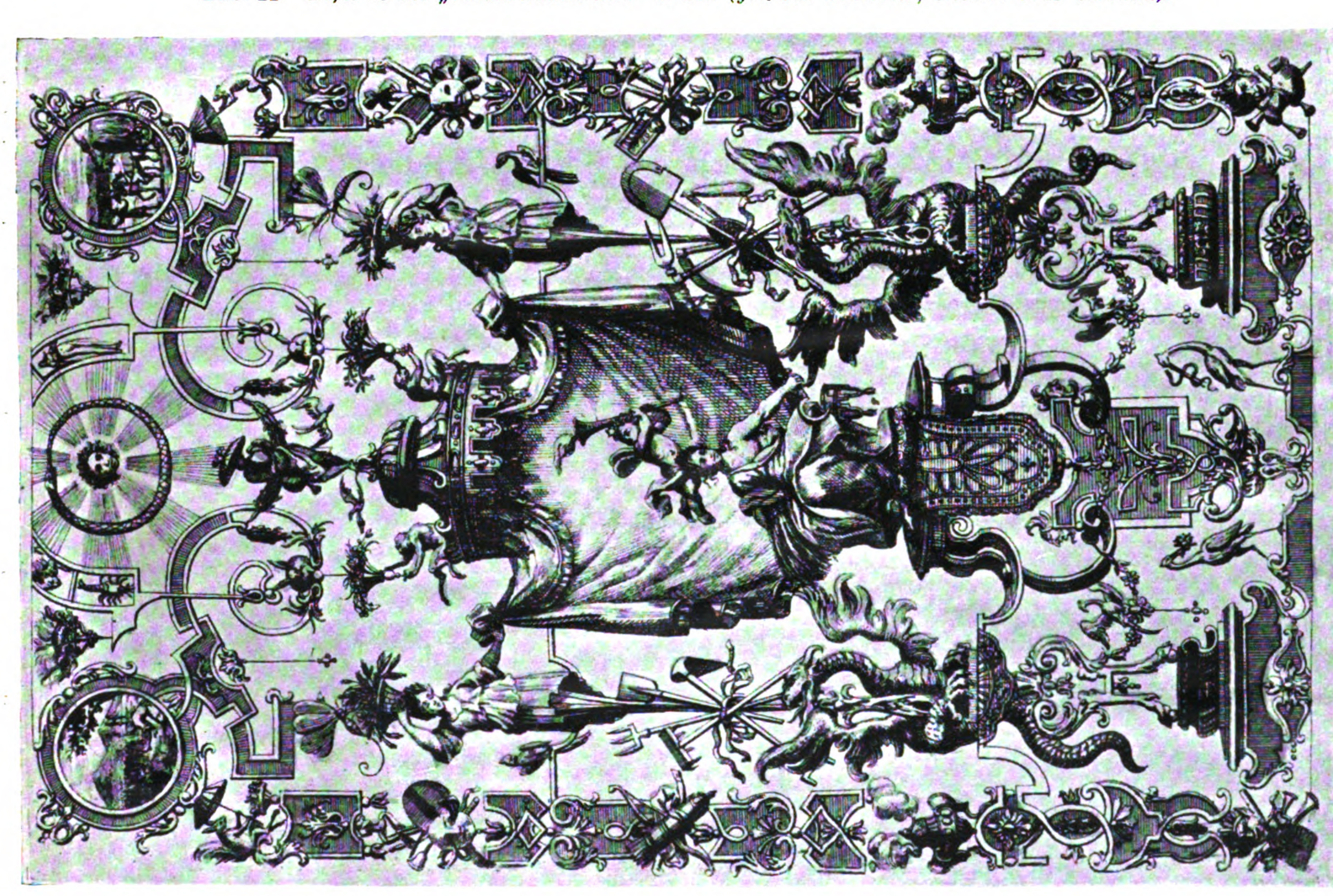


Abb. 22. *Einzelblatt aus einer Folge (unbezeichnet).*

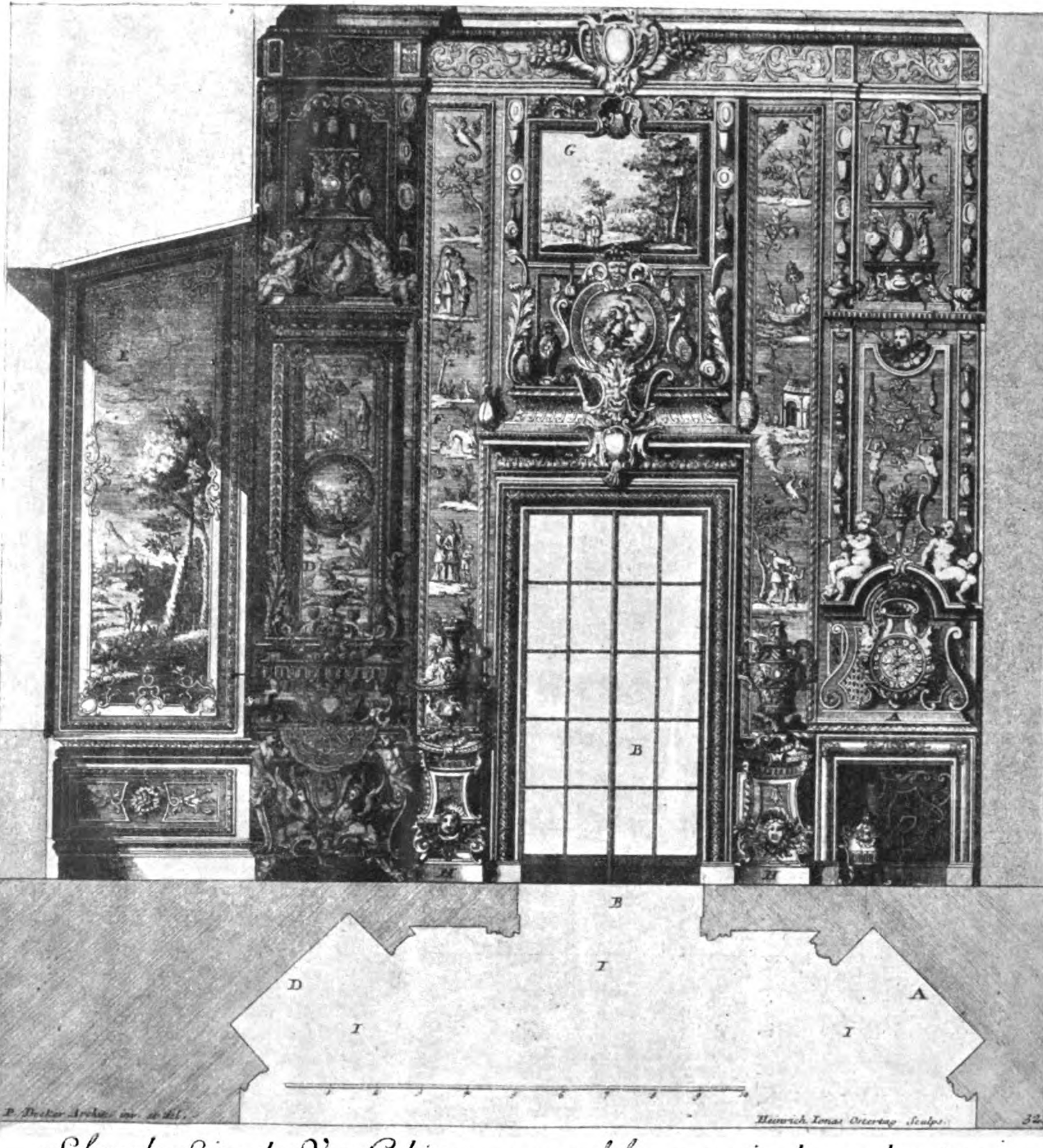


Abb. 24. *Tafel 32 des „Fürstl. Baumeisters“ I. Teil (gez. von P. Decker, Stecher: H. J. Ostertag).*

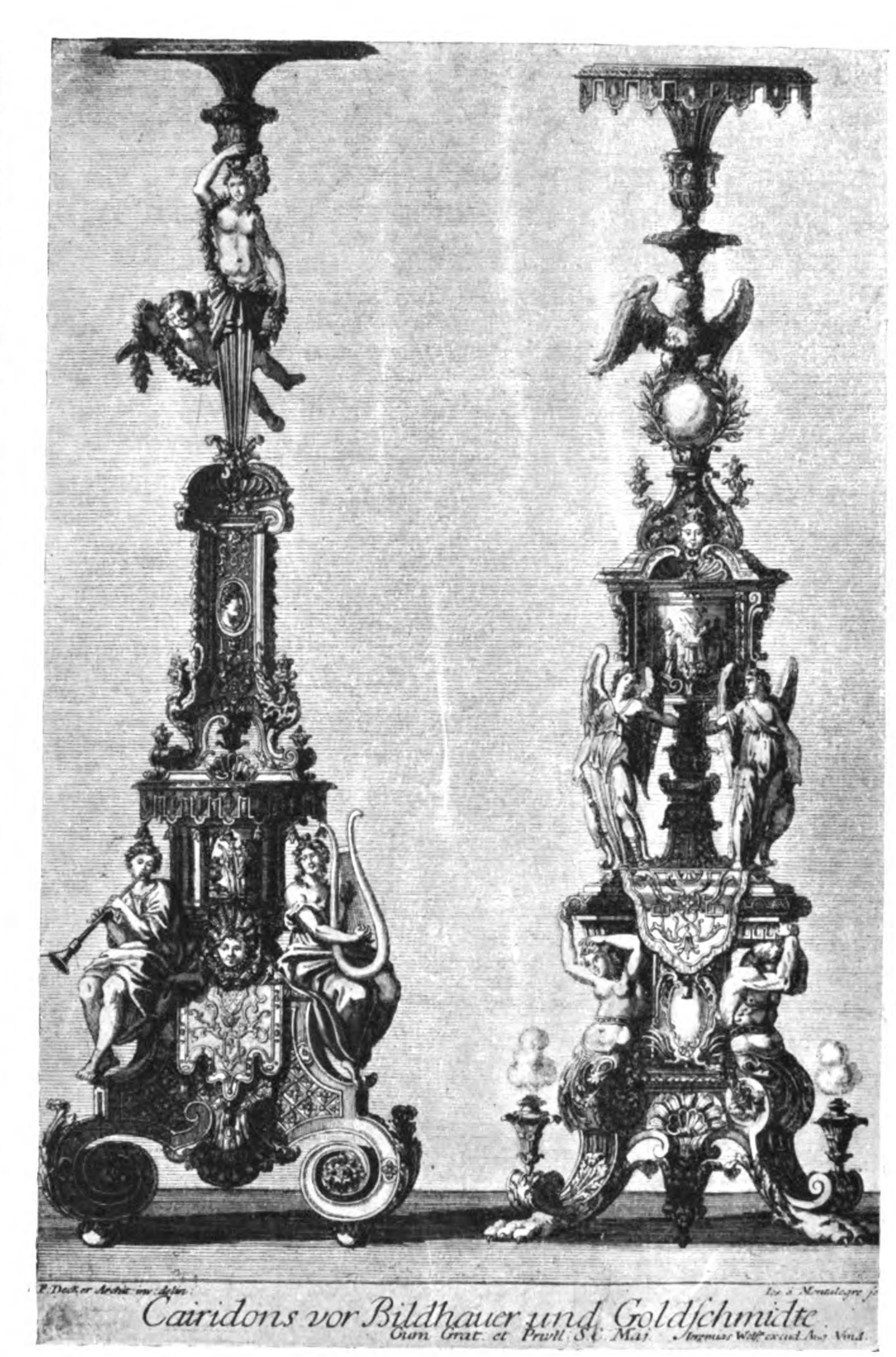


Abb. 23. *Tafel 2 aus einer Folge (gez. von P. Decker, Stecher: Jos. à Montalegre).*

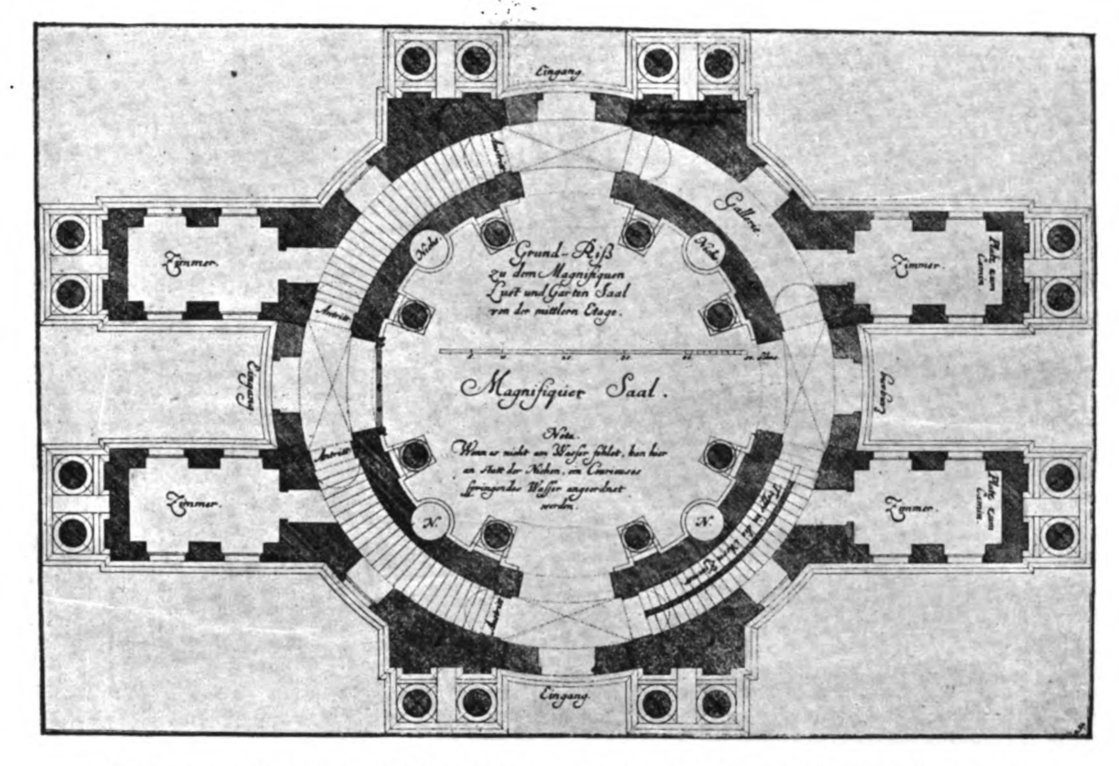


Abb. 25. *Tafel g aus P. J. Sänger: Vorstellung einiger modernen Gebäude (unbezeichnet).*

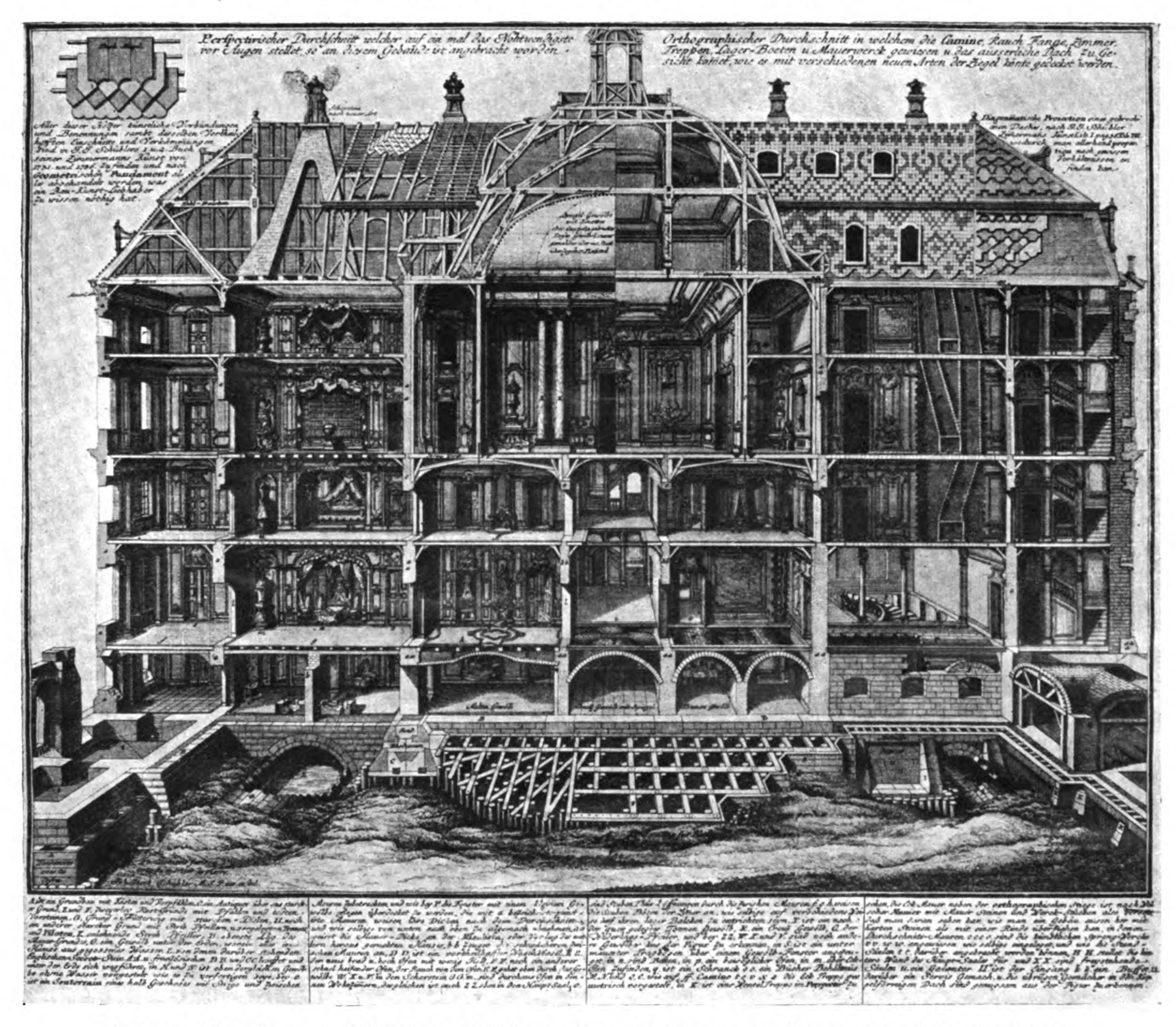


Abb. 26. *Tafel II aus J. J. Schübler: Nützliche Anweisungs-Proben (gez. von J. J. Schübler, Stecher unbekannt)*

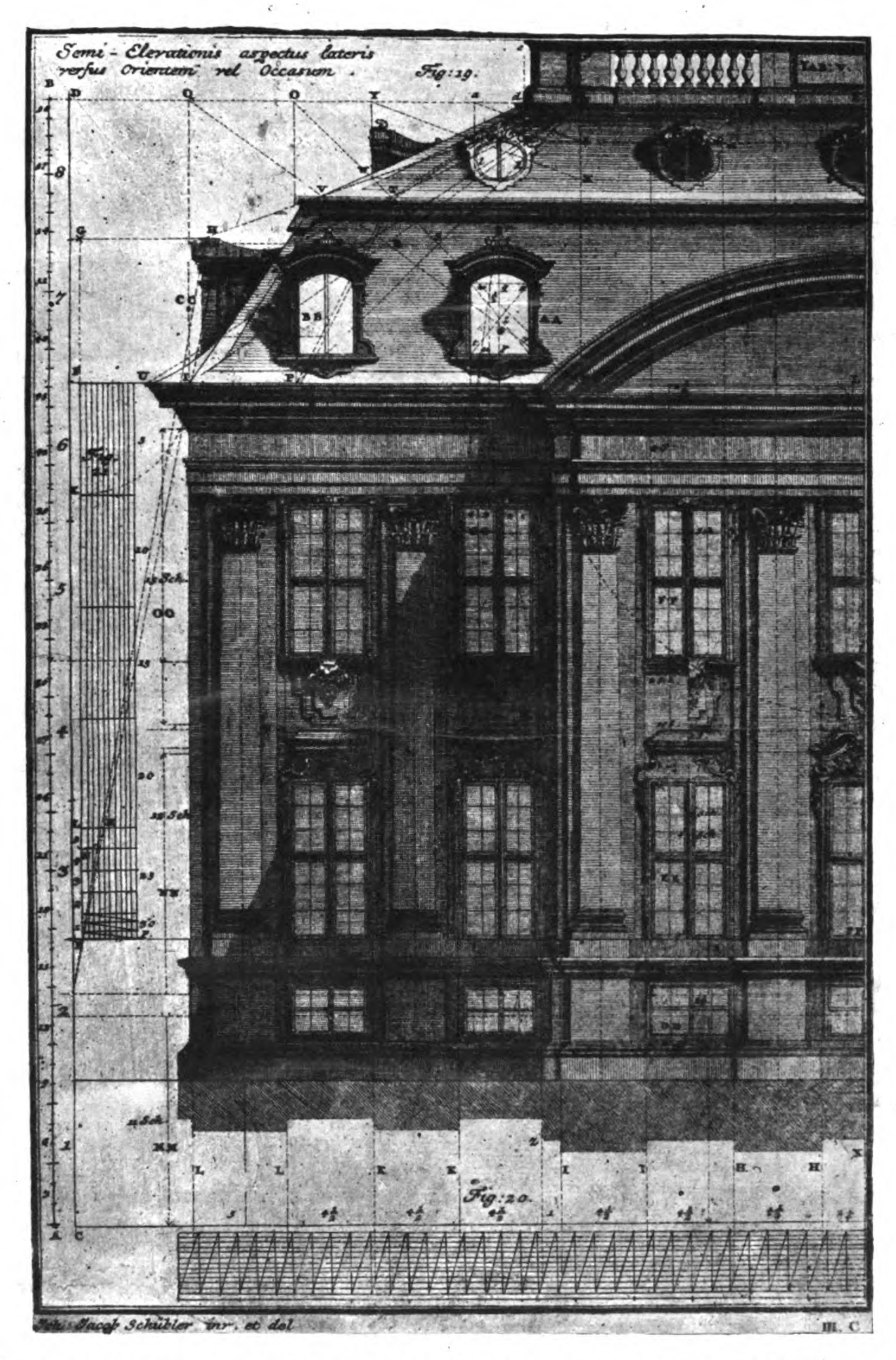


Abb. 27. *Tafel V aus J. J. Schübler: Synopsis architecturae civilis eclecticae (gez. von J. J. Schübler, Stecher unbekannt).*

g) Zusammenfassung.

Deckers ganze Bedeutung wird sich erst dann ermessen lassen, wenn die Größe und Weite seines Einflusses auf die wirklich schaffenden Architekten seiner Zeit klargelegt worden ist. Der eine Fall — Neumann —, auf den ich hingewiesen habe, sollte eigentlich schon genügen. Im Lebenswerk Deckers als Theoretiker tritt uns eine Erscheinung entgegen, die sich außerordentlich scharf von den bereits gekennzeichneten abhebt. Es ist das Künstlerische, das diese Gestalt wesentlich von den vorausgegangenen unterscheidet. Eine künstlerische Reizbarkeit und Gestaltungskraft seltener Art befähigten ihn das auszusprechen, wonach die Zeit verlangte. Zweck und Ueberlegung bestimmten im wesentlichen das Schaffen seiner Vorgänger. Ihn beflügelt eine schrankenlose Phantasie, entzündet zwar an all den vielgestaltigen Ideen seiner Zeit, aber reich genug mit Hilfe des künstlerischen Ingeniums auf allen Gebieten Leistungen zu zeitigen, die man als eigene anerkennen muß und nach denen man begierig war wie nie zuvor.

2. Die übrigen Ornamentiker.

Die veränderte Auffassung, den Verzicht auf breiten Text und lange Erörterungen und die Absicht, mehr oder weniger allein durch die klaren Risse zu wirken, verdeutlicht gleich sehr klar das Schaffen von Joh. Rud. Fäsch[24a]). Im ersten Teil seines „anderen Versuches“ (Nürnberg 1722 bis 1729) beschränkt er sich, was den Text betrifft, auf eine kurze Vorrede, die auf einer Seite mit ein paar allgemeinen Worten die drei Hauptstücke: Commoditaet, Symmetrie und Ordonnance erläutert. Die französischen Vorbilder, gewiß auch Decker, haben im übrigen bei den Plangestaltungen Schule gemacht. Am deutlichsten wird diese Anlehnung bei den größeren Anlagen. Untersuchen wir etwa Fäschs Plan zu einem fürstlichen Palast. Die Absicht, eine zerstreute Grundrißdisposition zu bieten, führt zu einer eigentümlichen Lösung. Ein nach der Gartenseite offener, hufeisenförmiger Gebäudetrakt ist nach der Hofseite durch Passagen mit zwei senkrecht ablaufenden weiteren Trakten verbunden, so daß im ganzen eine Lösung entsteht, die wie zwei mit den Horizontalseiten aneinandergelegte hufeisenförmige Trakte anmutet.

Flüssigere, bewegtere Linien und reicherer Schmuck kennzeichnen die Schauseiten. Hier tritt nun auch bewußt und ausgesprochen die Verwendung kurvenartiger Umrisse auf. Bei den größeren Gebäuden weniger als bei Orangerien und Lusthäusern macht sich das Streben, gerade starre Linien zu vermeiden, kenntlich. Die Formen, in denen Fäsch dem neuen Bedürfnis gerecht zu werden versucht, sind recht verschiedene. Einmal finden wir einen Segmentbogen, an dessen Enden sich rechteckige Kabinette anschließen (anderer Versuch I/21), dann ein Rechteck, aus dessen Ecken an der einen Seite fächerartig Kabinette vorspringen, ferner eine Zentralanlage, die sich kreuzförmig erweitert und an den äußeren Schmalseiten bogenförmige Ausbuchtungen zeigt, und schließlich eine sternförmige Aufteilung, bei der sich an ein Achteck strahlenförmig vier Kabinette anreihen.

Lebhafte Bewegung bringen ferner die gebrochenen Dächer in die Silhouette. Ein besonders bezeichnendes Beispiel bietet hierfür die Dachlösung eines Gartenhauses (anderer Versuch V/12—13). Ueber dem Mittelrisalit der hufeisenförmigen Anlage erhebt sich in der Mitte ein hohes geschweiftes, kuppelförmiges Dach, daneben sitzen niedrige, stumpfwinklige Pyramidendächer. Die Seitenrisalite werden durch geschweifte, reich profilierte Pyramidendächer abgeschlossen. Im ganzen entsteht durch diese Lösungen ein sehr unruhiges, aber malerisches Bild, das eben den neuen Geschmack, die Vorliebe für gebrochene, geschwungene Linien deutlich erkennen läßt.

Bezeichnend ist eine andere Veröffentlichung Fäschs[24b]), die, von ein paar belanglosen Worten abgesehen, lediglich aus Entwürfen für Fenster, Türen, Portale, Gitter usw. besteht und deshalb den theoretischen Schriften kaum zuzuzählen ist. Als Anschauungsmaterial und zur Bildung des Geschmackes ist das Werk aber zweifellos von Wert gewesen, wenn ihm auch gerade nicht besondere Selbständigkeit und Erfindungsreichtum nachgerühmt werden können. Es macht sich in der Art der Veröffentlichung eine Spezialisierung geltend, wie sie uns bereits schon einmal begegnet ist und wie sie nach Erschöpfung der notwendigen Hauptideen immer eintritt. Wir werden sehen, daß Fäsch damit nicht allein steht.

Ein ohne Verfassernamen erschienenes Werk, eine Architectura-Theoretico-Practica[24c]), stützt sich stark auf Sturm, der auch in der Vorrede ausdrücklich genannt wird. Das Buch hat aber offenbar doch anregend auf die Leipziger Architektengeneration gewirkt und sei deshalb wenigstens genannt.

In diesen Kreis gehört auch D. Pöppelmann. Einmal verraten seine Entwürfe für den Zwinger und das japanische Palais ganz deutliche Befruchtungen durch Deckers großzügige Entwürfe und dann darf er als Theoretiker auch wegen seiner Veröffentlichung[25]) hier angereiht werden. Das Werk gehört mit zu der von uns bereits öfters genannten Gruppe, die ihres Quellenwertes wegen auf Beachtung Anspruch erheben können. Pöppelmann war es ja auch nicht beschieden, seine Pläne im vollen Umfange zur Ausführung zu bringen, und schon aus diesem Grunde sind uns seine Tafeln ein wertvoller Ersatz. Als architekturtheoretische Veröffentlichung ist das Buch in erster Linie der Anregungen wegen zu nennen, die zweifellos von ihm aus auf die folgende Generation ausgegangen sind. Da Werk und Buch zusammenfallen, bedarf es hier keiner Würdigung, da ja die Architekturgeschichte nicht unsere Aufgabe ist.

Trotz offensichtlicher Anlehnung an den Formenapparat und die Schauseiten Deckers bewahrt P. J. Sänger[26]) in seinen Grundrißentwürfen eine verhältnismäßig große Eigenart. Die z. T. ganz französische Beschriftung weist aber bereits auf die Quellen dieser Abweichungen hin. Eigentümlich ist bei der Grundlegung der Verzicht auf die dreiflügelige Anlage. In französischem Geschmack werden Galerien oder ähnliche das ganze Haus durchziehende Gänge, ferner sehr große Säle bevorzugt. Die Verteilung der Räume ist im übrigen ziemlich unbequem und willkürlich. Wie Decker — und darin zweifellos durch diesen beeinflußt — legt Sänger großen Wert auf doppelte Treppen-

[24a]) Vgl. Thieme-Becker: Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler, 11. Bd., Leipzig 1915, S. 187, und P. Jessen: a. a. O.

[24b]) Vgl. J. R. Fäsch: Grund-mäßige Anweisung zu den Verzierungen der Fenster ... Nürnberg o. J.; id.: Grundmäßige Anweisung zu den Verzierungen der Thüren ... Nürnberg o. J., II. und III. Teil; id.: Grund-mäßige Anweisung für Aufreißung der Portale ... Nürnberg o. J.; id.: Grundmäßige Anweisung zur Verziehrung der klein und großen Kapp-Fenster, Mezeninen und Kirch-Fenster, Schornsteine, Balustraden ... Nürnberg o. J.

[24c]) Architectura-Theoretico-Practica oder Neu-inventirte Stadt-, Land- und andere oekonomische Gebäude .... von einem Liebhaber guter Künste und Wissenschaften, Leipzig 1720, I. Fortsetz. Leipzig 1720, II. Fortsetz., Leipzig 1722.

[25]) Vgl. Vorstellung und Beschreibung des von Sr. Königl. Majestät in Pohlen und Churfl. Durchl. zu Sachsen erbauten sogenannten Zwinger-Gartens-Gebäuden oder der Königl. Orangerie zu Dresden. In vier und zwantzig Kupffer-Stichen. Kunst und Grundrichtig abgezeichnet und herausgegeben von Matthäus Daniel Pöppelmann, Königl. Pohln. und Churfl. Sächs. Ober-Land-Baumeister. Anno 1729, o. O.

[26]) Vgl. Vorstellung einiger modernen Gebäude zum Pracht, zur Zierde und zur Bequemlichkeit eingerichtet. Inventiert und gezeichnet durch P. J. Sänger, Archit., Nürnberg (bei J. Chr. Weigel), o. J.

hausanlagen, die außerordentlich geschickt und verständnisvoll entworfen sind. Besonders zu beachten ist der Entwurf einer kreisförmigen, vierläufigen Anlage (Abb. 25), die gewiß auf die Gestaltung im Bruchsaler Schloß eingewirkt hat. Wie Decker verzichtet Sänger auf Text. Er gibt aber an einigen Stellen kurze Hinweise auf den Tafeln selbst und zeichnet in diesen Einrichtungsgegenstände, besonders Kamine, Oefen, Betten (lit), sorgfältig ein. Schon der Titel zeigt im übrigen, d. h. im Dekor und der Bildung der Schauseiten, den Einfluß Deckers. So weist schon das Titelblatt Anklänge an Deckers Entwürfe für Ehrensäulen und Ehrenpforten auf. Die Verwendung von Balustraden mit Figuren, überhaupt reichlicher figürlicher Schmuck, die Vorliebe für zwerghausartige, obere Aufbauten, rundbogig geschlossene Fenster, reiche Fenstergewände, die Gliederung der Fassaden durch zusammenfassende Pfeiler verraten zu deutlich Deckers Einfluß. Dabei geht Sänger aber gemäßigter vor und beweist in den Einzelformen und deren Zusammenstellung zweifellos Selbständigkeit.

Eine außerordentlich fruchtbare, aber sehr unselbständige Tätigkeit entfaltete der hier zuletzt noch zu behandelnde Theoretiker Johann Jakob Schübler[26a]). In seinem Hauptwerk, der „ersten Ausgabe seines vorhabenden Wercks", erklärt er seine Absicht, Sturm und Decker „vollkommen zu machen", d. h. auf deren Grundlagen weiterzubauen und dort Fehlendes nachtragen zu wollen, „damit man an nichts, was zur Bau-Kunst und Zierde derselben dienen kan, ermangle". Man ist nach dieser Ankündigung gespannt und einigermaßen enttäuscht, wenn das erste Heft nur „neu inventierte sehr courieuse frantzösische Betten" behandelt, oder vielmehr — ohne Text — nicht mehr als sechs Entwürfe für Prachtbetten bringt, die sich stark an Deckers Entwürfe anlehnen. Schübler prägt aus dem Deckerschen Gold überhaupt mit kühner Unentwegtheit gangbare Münzen. Einzelräume, besonders aber Einzeleinrichtungsgegenstände: Schränke, Kamine, Uhren, Tische, Vasen, Brunnen usw. bilden die Themen, die er behandelt und bei denen er das große Ideal Deckers ins Bürgerliche, Gangbare und Ausführbare wandelt. Darin beruht zweifellos auch ein Verdienst und Schüblers Einfluß ist hinsichtlich der Gestaltung der Innendekoration gewiß nicht ohne großen Einfluß geblieben. Seine nützlichen Anweisungen leiden nur z. T. darunter, daß er zur Planlegung einfacher Werkskizzen langatmige Ausführungen beigibt und die Entwürfe durch gesuchte, unnötige mathematische Konstruktionen beschwert.

Dabei ist Schübler im einzelnen ein fein ausgebildeter Geschmack und Sinn für die modernen Formen keineswegs abzusprechen. Bei der Abhängigkeit seines Ornaments und Dekors von denen Deckers (besonders deutlich etwa bei den Kaminentwürfen) erübrigt sich eine genaue Darstellung der Eigenarten derselben. Eine gewisse Verbürgerlichung, Mäßigung und Vereinfachung sind die wesentlichsten Kennzeichen. Eine ganz besondere Vorliebe für kräftige Voluten, die die Form bestimmend immer wiederkehren, wäre vielleicht noch als Merkmal hervorzuheben. Der Stil nähert sich mit diesem Element schon den eigentlichen Rokoko-Ornamenten und ist zweifellos auch bereits von den deutschen, besonders Augsburgern Ornamentstechern in dieser Richtung beeinflußt.

Bezeichnend sind die Entwürfe, die man schon eher als architektonische gelten lassen könnte. Schübler gibt auch da stets nur Ausschnitte. Ein Sinn fürs Niedliche, Gefällige, Graziöse — kurz für das Rokoko — ist auch hier entscheidend. Grundrisse erscheinen in dem „vorhabenden Werck" nirgends und auch die Aufrisse geben mehr bildmäßige Eindrücke als eigentliche Entwürfe. So kommt es ihm etwa bei den Treppenanlagen nicht auf den Gesamtentwurf, sondern auf wirksame kleine Ausschnitte an. Ein Teil einer Rampe, ein Teil eines Gartenportals, ein Teil der Terrassenmauer erscheinen da. Immer handelt es sich eben nur um Teile, nie um das Ganze oder nur um nebensächlichere Dinge desselben. Launige, ansprechende Einfälle, die überwiegen, wechseln mit weniger glücklichen, unmöglichen und selten ganz verfehlten ab.

Ein stark didaktischer Zug bei verschwindend wenig eigenen architektonischen Ideen macht sich auch in einer für Schüblers Stellung charakteristischen Sonderschrift über den Palastbau geltend[27]). Es sind Tafeln, die nach einer kurzen Einleitung die „lehrbegierige Jugend" unterrichten wollen, wie man „orthographisch und perspektivisch alles dasjenige verfasset, was bey einem regulairen Pracht-Gebäude, der äußerlich und innerlichen Einrichtung gemäß, von Zierde / Stärck und Bequemlichkeit pflegt angebracht zu werden". Aus der Vorrede geht hervor, daß die Pläne — „Karten" nennt sie Schübler — ausdrücklich zum Unterricht bestimmt sind und nach Angaben Schüblers auch im Pädagogium des Klosters Berga zu diesem Zwecke benutzt wurden. Durch die lehrhafte Absicht, das Hineinpacken einer großen Fülle Anschauungsmaterials in die Pläne ist es nicht ganz leicht, Schüblers Stellung und Bedeutung für die Weiterentwicklung der architektonischen Ideen herauszuerkennen. Neben den offensichtlichen Zusammenhängen mit Deckers Gedanken und Formensprache kommen aber gerade hier doch auch Elemente zum Durchbruch, die beachtenswert sind. Besonders auffallend ist die Staffelung der Seitenrisalite, eine Erscheinung, die mit französischem Einfluß zusammenhängt und die immer stärker werdende Hinwendung nach diesen Vorbildern ankündigt. Auch die in beiden Stockwerken erscheinenden Mezzaningeschosse weisen darauf hin. Keineswegs zu unterschätzen sind die praktischen Bedeutungen dieser Pläne. Der perspektivische Durchschnitt (Abb. 26) gibt eine treffliche Anleitung zum Verständnis des Aufbaus von den Fundamenten an bis zur Dachkonstruktion und unterrichtet leichter als langatmige Ausführungen. Auch die perspektivische Darstellung der Gesamtanlage entbehrt zwar die erfindungsreiche Genialität Deckers, kann aber als Schulbeispiel geradezu gerühmt werden. Die französischen Einflüsse zeigen sich auch im Grundriß, bei dem die durchlaufenden Galerien und die strenge Wahrung der Enfilade — von Schübler ausdrücklich als communication bezeichnet — auffallen. Die sorgfältige Durchzeichnung und Einzeichnung selbst der Einrichtungsgegenstände verleihen dem Plan als Lehrmittel einen nicht zu verkennenden Wert.

Neben diesen Arbeiten hat Schübler andere verfaßt, die zweifellos einen gewissen Wert zu ihrer Zeit und auch Einfluß gehabt haben. Sein breit angelegtes Buch über die Perspektive ist nicht eigentlich den architekturtheoretischen Schriften zuzuzählen. Die Darlegungen selbst waren den jungen Baubeflissenen sicher aber von großem Nutzen. Schübler sucht der Darstellung eine wissenschaftliche Grundlage dadurch zu geben — wieder in deutlicher Gefolgschaft Sturms —, daß er die Mathematik stark heranzieht. Er will damit eine Lücke ausfüllen, die Sturm offen gelassen habe, und das ist ihm für seine Zeit auch gelungen. Weniger bedeutungsvoll sind seine zwei Bücher über Dachwerkkonstruktionen, einmal, weil daran kein Mangel war und dann auch, weil er nichts besonderes Neues bringt, obwohl er auch hier alles auf einen wissenschaftlichen — mathematischen — Grund zu stellen bemüht ist. Neue architektonische Gedanken finden sich auch in seinem eigentlichen Lehrbuch, der synopsis architecturae civilis, Nürnberg 1732–35, nicht. Wenn Schübler auch selbst

[26a]) Zusammenstellung seiner Schriften bei P. Jessen: a. a. O.

[27]) Vgl. „Nützliche Anweisungs-Proben von denen nöthigsten Begriffen der vollständigen Civil-Bau-Kunst ...", Nürnberg o. J.

meist offen auseinandersetzt, warum er vorzüglich Pläne von Sturm zur Erläuterung seiner Ideen benutzt, so wird die Unselbständigkeit seiner Ausführungen dadurch wenig gemildert. Er glaubt, der jungen Generation der „Baubeflissenen" einen ganz besonderen Dienst zu erweisen, daß er die Pläne nun nach beigegebenen Horizontal- und Vertikalmaßstäben mit beigegebenen Verhältniszahlen geometrisch entwickelt. Auch dieser Gedanke ist an sich nicht neu, denn Sturm gibt bereits Hinweise, die zu sogenannten konstruierten Rissen führten. Die Art, wie Schübler alles in das Prokrustesbett einer mathematisch-geometrischen Konstruktion zwingt, mag den Lernenden vielleicht einen gewissen Halt — und der war in der Epoche einer ausschweifenden Phantasie vielleicht nötig — gegeben haben, das freie Schaffen mußte er bei strikter Einhaltung unbedingt einschnüren. Kann man also von eigenen Gedanken Schüblers bei diesen Ausführungen und Rissen kaum sprechen, so mag ihm ein gewisses Verdienst als Anreger, als Lehrer und als Zuchtmeister der werdenden Baubeflissenen gern zugebilligt werden. Ein abgebildeter Plan mag zur Erläuterung dienen (Abb. 27). Grundlage für die Konstruktion sind die Maßstäbe A—B und E—F. A—B gibt die Höhe des Hauses, E—F die der Ordnung. Zur Gewinnung der einzelnen Punkte werden sich schneidende Linien gezogen. Gründe für Art der Konstruktion gibt Schübler fast nirgends an.

Schübler fühlt es deutlich, daß er den neuen Geschmack vertreten muß und er tut es mit Worten, die sich bei allen Stilwandlungen wiederholen lassen und den Kampf des Neuen gegen das Alte gut kennzeichnen. Sie mögen deshalb hier noch folgen: „Inmittelst aber ist bekandt, daß die Hochachtung neuer Dinge und ihre Geringschätzung, selten von ihrer Realität, Schönheit und Wichtigkeit, sondern von dem Geschmack der flüchtigen Muthmaßungen und der Einbildungs-Krafft einiger neugierigen Menschen dependirt, auch wohl etwas großes und vollkommenes in dem gemeinen Wandel nicht selten mit schälen Blicken beschauet wird, absonderlich wenn man bey Beurtheilung einer Sache von dem äussern zu dem inwendigen nicht gebührend eindringet, und aus eitler Ambition sich schmeichelt, weilen man irgend etliche geradelinichte Riße abzutragen erlernet, und blindlings nach der mode etwas hin zeichnen kan . . ."[28]).

Gurlitt nennt Schübler geradezu einen Zeichner für Möbel, und er hat damit so unrecht nicht. Nur darf man Schübler daraus keinen Vorwurf machen. Bedürfnis nach neuen architekturtheoretischen Ideen war nach dem Erscheinen der zahlreichen Schriften und den Grundlegungen durch Sturm und Decker keines mehr vorhanden. Ein großer Teil der Veröffentlichungen, auch von Architekten, beschäftigt sich deshalb mit Einzelheiten der Inneneinrichtung, wie Schübler, oder gar nur mit dem Ornament. Da eine Untersuchung des Ornamentes und des Ornamentstiches nicht unsere Aufgabe ist, bleibt die sehr große Schar dieser, meist Augsburger, „Theoretiker" — wenn man sie überhaupt so nennen kann — unberücksichtigt.

[28]) Vgl. Weitere Fortsetzung des gründlichen Unterrichts in der vollständigen Civil-Bau-Kunst... Von Johann Jacob Schübler. Nürnberg 1728. S. 24.

Gradpfahl, Schrägpfahl, Pfahlbock.

Von Dipl.-Ing. Schätzler (Hamburg-Cuxhaven).

Schon in vorgeschichtlicher Zeit bediente sich der Mensch des Pfahlrostes. Nach Hoernes[1]) können die Pfahlbauten der reinen Steinzeit den Jahren 4000 bis 2500 v. Chr. zugerechnet werden. Nicht ohne Grund mied der Mensch damals das Land und errichtete seine Wohnstätten über dem Wasser: er konnte sich so leichter seiner Feinde wehren. Dem gleichen Zweck dienen die Pfahlbauten der Naturvölker unserer Tage.

Mit zunehmender Kultur ist die Aufgabe des Pfahlrostes vielseitiger geworden. In erster Linie mußte er dazu dienen, auf nachgiebigem Baugrunde auf dem Lande die Errichtung von Bauten möglich zu machen. Wir finden bereits bei Vitruv[2]) hierüber Angaben, die also bis in das Jahrhundert vor Christi Geburt zurückreichen. Im III. Buch, 3. Kap.: „Grund der Tempel, Jonischen Säulen nebst Gebälke" erteilt der Altmeister Anweisungen, wie unter Benutzung von Pfählen ein lockerer und morastiger Grund tragfähig gemacht werden kann und im V. Buch, 3. und 12. Kap., sowie VI. Buch, 11. Kap., behandelt er dieselbe Frage bei dem Bau von Theatern, Hafendämmen und Wohngebäuden.

Der Natur der von Vitruv behandelten Bauwerke nach kommen hier nur lotrecht stehende Pfähle, und zwar, im Gegensatz zu den Langpfählen der vorgeschichtlichen Pfahlbauten, nur Grundpfähle in Betracht. Wir wissen aber, daß schon die Römer für ihre Brückenbauten Schrägpfähle, ja sogar Pfahlböcke verwendet haben. Im Jahre 59 v. Chr. überschritt Cäsar bei der Verfolgung der Usipeter und Tenkterer mit seinem Heere den Rhein auf einer hölzernen Brücke. Die Beschreibung dieser Brücke kann nachgelesen werden bei Merckel[3]), wo sich auch eine Skizze der Brückenböcke findet und die Angabe, daß die Brücke nach v. Cohausen weder eine Pfahlbrücke, noch eine Jochbrücke, sondern eine Bockbrücke war, deren Böcke aus zwei Paar, je paarweise parallel miteinander verbundenen Beinen und einem Holm bestanden.

Wie man sieht, kannte man bereits im Altertum bezüglich der Anordnung der Pfähle alle Mittel, die uns heute zur Verfügung stehen: den Gradpfahl, den Schrägpfahl und den Pfahlbock. Was damals rein handwerksmäßig empfunden wurde, das bringt in der Neuzeit die wissenschaftliche Einsicht in das Kräftespiel bewußt zur Anwendung.

Verfolgt man an Hand von Aufzeichnungen in Zeitschriften, Lehrbüchern, Reisebeschreibungen usw. die Entwicklung des Pfahlrostes, so wird man bald gewahr, daß diese nicht allenthalben Schritt für Schritt vorwärts gegangen ist. Das könnte höchstens für einzelne Orte behauptet werden, so daß man beispielsweise bei den Pfahlrosten für Kaimauern von einer Hamburger, Bremer, Lübecker usw. Bauweise sprechen kann[4]). Aber auch dort ist die Entwicklung nicht immer eine fortschreitende gewesen, denn außer örtlichen Untergrund- und ähnlichen Verhältnissen spielt bei der Entwicklung der Typen die Ueberlieferung eine gewisse Rolle neben den Auffassungen der für den Entwurf verantwortlichen Ingenieure; mit dem Wechsel in den Personen werden sich Aenderungen in den Einzelheiten wie in den Typen ereignen, die nicht immer Verbesserungen sind.

Soviel in kurzen Umrissen über die geschichtliche Entwicklung des Pfahlrostes. Bei dem heutigen Stande unserer

[1]) Dr. M. Hoernes: Die Urgeschichte des Menschen. Wien, Pest, Leipzig 1892.

[2]) Des Marcus Vitruvius Pollio Baukunst. Aus der römischen Urschrift übersetzt von August Rode. Leipzig 1796.

[3]) Curt Merckel: Die Ingenieurkunst im Altertum, S. 286 u. f. Verlag von Julius Springer, Berlin 1899.

[4]) F. W. Otto Schulze: Seehafenbau II, S. 206. Verlag von Ernst & Sohn, 1913.

Technik findet der Pfahlrost eine mannigfaltige Anwendung überall dort, wo der tragfähige Baugrund erst in größerer Tiefe ansteht, die Bauwerke also eine künstliche Gründung verlangen. Dabei erreichen die Pfähle die tragfähige Schicht entweder überhaupt nicht — man spricht dann von schwimmender Pfahlgründung — oder sie stehen mit ihren Enden in dieser Schicht. Im ersten Fall beruht die Wirkung der Pfähle auf einer Bodenverdichtung und auf der Reibung des Bodens am Pfahlumfang. Im zweiten Fall kommt als ausschlaggebend die Beanspruchung der Pfähle auf Zug und Druck oder Knicken, oder auf Biegung hinzu. Es liegt nun auf der Hand, daß im ersten Fall leicht Verschiebungen des Pfahlrostes eintreten, wenn daran Kräfte in einer anderen, als der Richtung der Pfähle angreifen. Auch im zweiten Fall werden die auf Biegung beanspruchten Pfähle nur unter ganz besonders günstigen Umständen — wenn nämlich der die Pfähle umgebende Boden einer Verschiebung starken Widerstand entgegensetzen kann — standhalten. Lehrreich in dieser Beziehung sind die Versuche von Martiny und von Sandemann, die Brennecke in seinem „Grundbau" anführt. Den nachfolgenden Untersuchungen wird der Fall der Pfahlrostbauweise zugrunde gelegt, bei dem die in den tragfähigen Baugrund abgesenkten Pfähle auf Zug und Druck oder auf Knickung beansprucht werden.

Es wäre verlockend, die Entwicklung der Pfahlrostbauweise zu schildern, wie sie sich ergibt, wenn man ihr an Hand der ausgeführten Werke nachgeht. Bei der gebotenen Beschränkung kann dies aber nur in ganz kurzen Umrissen geschehen.

Ursprünglich konnte man sich mit lotrechten Grundpfählen begnügen. Als man sich gezwungen sah, vor Mauern am Wasser größere Tiefen herzustellen, ging man zu lotrechten Langpfählen über. Naturgemäß stellten sich bald Mängel heraus. Der kgl. preußische Kriegs- und Domänenrat F. J. E. Schulz, Wasserbaudirektor für Ostpreußen und Littauen, schreibt in einer im Jahre 1808 in Königsberg erschienenen Schrift: „Versuch einiger Beiträge zur hydraulischen Architektur" mit Bezug auf solche Mauern, daß „die vielen Erfahrungen, die ihre Unzweckmäßigkeit bewiesen", die französischen Ingenieure veranlaßt haben, Pfahlroste zu vermeiden, wo dies angängig war. Der Wirkung des Seitenschubs, dem die lotrechten Langpfähle nicht gerecht wurden, suchte man zunächst dadurch Rechnung zu tragen, daß man an den Pfählen Verstrebungen anbrachte, die den äußersten Pfahl nach der Wasserseite zu an der Flußsohle, den nach dem Lande zu am Kopfe umfaßten und die an den Ueberschneidungsstellen mit den dazwischen stehenden Pfählen verbolzt wurden. Verstrebungen zwischen den einander gegenüber liegenden Rosten von Brückenwiderlagern und Pfeilern dienten dem gleichen Zweck. Aber auch hiermit konnte man nur bis zu geringen Tiefen gehen.

Eine viel natürlichere oder einfachere Lösung bot der Schrägpfahl, der bei Bollwerken von jeher eine Bedeutung hatte, sei es, daß die Bollwerkpfähle selbst oder doch wenigstens die zur Verankerung von Bollwerken häufig dienenden Pfähle schräg geschlagen wurden. Belidor[5]) weist bereits 1750 in seinem bekannten Werk auf den Nutzen der Schrägpfähle hin: „pour donner plus de force à certains ouvrages déstinées à soutenir la poussée de l'eau, ou celle des terres" und Woltmann[6]) schreibt 1799: „..... Ich habe angemerkt, daß alle Grundpfähle lotrecht stehen müssen, hiervon kann einigermaßen ausgenommen werden die äußere Reihe nach der freien Seite der Mauer, welche Pfähle, wenn man wegen einer Verdrängung des Fundaments Sorge trägt, ohne Gefahr ein Weniges aus dem Lothe mauerwärts geneigt sein können, weil sie..... und daher nicht leicht gebogen werden, in dem schrägen Stande aber dem Ableiten des Fundaments entgegen streben." O. Gilly und J. A. Eytelwein[7]) schreiben im Jahre 1802 in ihrem gemeinsamen Werk zum gleichen Gegenstand: „Gewöhnlich und in den mehrsten Fällen werden die Pfähle senkrecht eingeschlagen; jedoch gibt man den äußersten Brückenpfählen, Bollwerkpfählen und dergleichen eine etwas schräge Richtung. Es ist aber in denjenigen Fällen, wo ein Seitendruck vorhanden ist, eine etwas schräge Stellung der Pfähle auch bei Futtermauern oder anderen einzuschlagenden Grundpfählen nützlich, weil sie alsdann einem stärkeren Seitendrucke widerstehen können." Ganz eingehend behandelt Hagen[8]) in seinem Handbuch der Wasserbaukunst die Vorzüge der Schrägpfähle. Was der Altmeister hierüber schreibt, ist zu umfangreich, als daß es hier wiedergegeben werden könnte; es kann nur darauf verwiesen werden. Satz für Satz, Wort für Wort gilt unbestritten noch heute.

Das Verdienst, in Deutschland Schrägpfähle im Pfahlrost eingeführt zu haben, scheint Baurat von Ronzelen (Bremerhaven) zu gebühren. Auf dessen Veranlassung haben Kaimauern in Bremerhaven, Geestemünde und Kiel in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts Schrägpfähle im Rost erhalten.

Der Schrägpfahl bedeutete nun zwar einen Schritt vorwärts. Er war aber noch nicht für alle Fälle ausreichend. Bei großen Tiefen vor auf Pfahlrosten gegründeten Mauern konnte nur ein Teil des Horizontalschubs des durch Mauer und Spundwand abgeschlossenen Bodens als Achsialkraft in die Schrägpfähle geleitet werden. Der verbleibende Rest wirkte noch immer biegend auf die Pfähle. Als Beispiel für die möglichen Folgen kann die Kaimauer am Versmannkai in Hamburg dienen, über die Verfasser in dieser Zeitschrift im Jahrgang 1911, Heft 6, berichtet hat. Trotz Schrägpfählen und kräftiger Verbindung der Pfahlköpfe durch Querschwellen, Holme und Rundeisenanker hat sich die Mauer unter der Wirkung des Schubs von den lotrechten Pfählen abgehoben und mußte schließlich von den Schrägpfählen allein getragen werden. Auf die Möglichkeit einer solchen Wirkung hat übrigens Hagen in seinem vorgenannten Werk im 2. Band unter § 34, der Pfahlrost, S. 62, hingewiesen. Man könnte die Schrägpfähle freilich wirkungsvoller machen, wenn man über die übliche äußerste Pfahlneigung von $2^1/_2 : 1$ hinausgeht; tatsächlich ist von Ronzelen in Bremen bis zu einer Neigung von 1 : 1 gegangen. Wo aber sehr große Tiefen vor der Mauer freigehalten werden müssen, würden solch starke Neigungen hinderlich werden. Das zwingt dann zu dem nächsten Schritt, einen Teil der Rostpfähle zur Aufnahme von Biegungsspannungen geeignet zu machen und diesem Zweck dient der Pfahlbock. Seine Entstehung hängt mit den Bollwerken zusammen. Hier verlangte der zunehmende Tiefgang der Schiffe immer wirkungsvollere Verankerungen, die ihren Höhepunkt in der Anordnung von Pfahlböcken in geeigneter Entfernung hinter der Wand erreichten. Die hinter den Wänden befindlichen Verankerungen wurden dann unbequem, wenn dicht am Ufer Bauwerke errichtet werden sollten, die eine tief hinabreichende Gründung verlangten. Durch das Ueberbauen des Grundes, in dem die Anker sich befanden, verschloß man sich außerdem den Weg zu diesen, was mit Rücksicht auf gelegentlich notwendig werdende Ausbesserungen nicht unbedenklich war. Dies führte dazu, die Pfahlböcke vor die Wände zu setzen und gegen diese einfach die Wände mit Hilfe von Holmen zu

[5]) Belidor: Architecture hydraulique, II. H., 1. Band, 4. Kap., S. 119. Paris 1750.

[6]) Woltmann: Beiträge zur hydraulischen Architektur, 4. Band, § 65, S. 386. Göttingen 1799.

[7]) O. Gilly und J. A. Eytelwein: Praktische Anwendung zur Wasserbaukunst, 1. Heft, § 5. Berlin 1802.

[8]) Hagen: Handbuch der Wasserbaukunst, 2. Bd., § 34, S. 57—81 und 4. Bd., § 82, S. 260—277. Verlag Ernst & Korn Berlin.

lehnen. So entstanden die sog. versteiften Spundwände. Eine solche ist bereits im Jahre 1878 am alten Petroleumhafen in Hamburg ausgeführt worden; sie hat sich so gut bewährt, daß seitdem weite, nach vielen Kilometern zählende Uferstrecken in dieser Weise ausgeführt wurden. Der Erfolg der Pfahlböcke bei den versteiften Spundwänden ist bestimmend geworden für ihre Anwendung im Rost von Kaimauern. Seit dem Jahre 1884 sind im Hamburger Hafen viele Tausende von Pfahlböcken in den Kaimauerrosten zur Anwendung gelangt. Sie sind auch an anderen Orten in großer Zahl verwendet worden.

Es kann nicht geleugnet werden, daß den Pfahlböcken gewisse Mängel anhaften, die auf wirtschaftlichem Gebiete liegen: sachgemäß hergestellte Pfahlböcke erfordern eine überaus peinliche Arbeit und dabei ist der Aufwand an Baustoff im Vergleich mit der erreichbaren Kraftwirkung infolge der für die Verzimmerung der Köpfe erforderlichen Schwächung des Pfahlquerschnitts und des exzentrischen Lastangriffs an den Pfählen ein recht erheblicher. Den zuletzt genannten Mangel auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist die Absicht der nachfolgenden Untersuchungen. Die bisher geübte rein handwerksmäßige Behandlung der Frage, welche Abmessungen den Pfahlböcken im Verband des Kopfes zu geben sind, darf bei den großen Werten, um die es sich bei den Böcken selbst und bei den davon abhängigen Bauwerken handelt, nicht mehr die Regel bleiben.

Wie die Bearbeitung des Pfahlkopfes die Größe der von dem Pfahl aufnehmbaren Last beeinflussen kann, soll zunächst an einem einfachen Beispiel gezeigt werden.

Ein hölzerner Rundpfahl von 40 cm Ø habe — wie im Hamburger Hafenbau üblich — bei entsprechend tiefer Absenkung eine Tragfähigkeit von 40 t. Die zulässigen spezifischen Beanspruchungen seien — nach besonderen Versuchen, deren Veröffentlichung vorbehalten bleibt — $50\ \mathrm{kg/cm^2}$ für Druck parallel zur Faser, $100\ \mathrm{kg/cm^2}$ für Biegung, $175\ \mathrm{kg/cm^2}$ für Zug. Mit Rücksicht auf die Holzfestigkeit könnte der Pfahl eine zentrisch angreifende Last von $20^2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \sim 62\,800\ \mathrm{kg}$ tragen. Der Wert übersteigt die Tragfähigkeit sehr erheblich, so daß diese ausschlaggebend ist.

Würde man die Last durch einen Holm auf den Pfahl übertragen, der zentrisch gelagert und mit dem Pfahl durch einen Zapfen von 15 cm Länge und 6 cm Breite verbunden ist, dann könnte der Pfahl mit Rücksicht auf die Holzfestigkeit eine Last aufnehmen von $(20^2 \cdot 3{,}14 - 6 \cdot 15) \cdot 50 \sim 58\,300\ \mathrm{kg}$. Auch jetzt bleibt noch die Tragfähigkeit maßgebend.

Die Verhältnisse ändern sich, wenn man Holm und Pfahl durch Anblattung verbindet. Der Lastangriff wird exzentrisch. Bezeichnet man mit

P die exzentrisch angreifende Last,
e die Exzentrizität des Lastangriffs,
F_1 den Pfahlquerschnitt, r_1 den Halbmesser des Pfahles,
$W = \frac{1}{4} r_1^3 \pi$ das Widerstandsmoment des Pfahles,
σ_b, σ_d, σ_z die zulässigen Beanspruchungen

und setzt $\beta = \frac{\sigma_b}{\sigma_{z,d}}$, dann ist

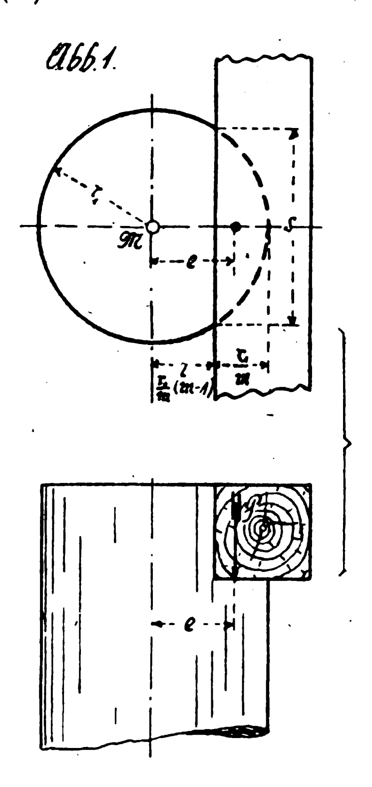
$$\sigma_b = \beta \frac{P}{F_1} \pm \frac{P \cdot e}{W},$$

woraus sich die von dem Pfahl aufnehmbare Last berechnet zu

$$P = \frac{\sigma_b}{\frac{\beta}{F_1} \pm \frac{e}{W}} = \frac{\sigma_b r_1^2 \pi}{\beta \pm 4e\frac{1}{r_1}} = \alpha\, \sigma_b\, r_1^2 \pi.$$

α ist eine Verhältniszahl, die angibt, welcher Teil einer zentrisch mit der Einheitsspannung σ_b wirkenden Kraft bei exzentrischer Belastung zulässig ist, wenn σ unveränderlich bleiben soll.

Der Abstand des Schwerpunktes des Kreisabschnittes, in dem der Holm auf dem Pfahl liegt, vom Kreismittelpunkt ist $e = \frac{s^3}{12F}$, worin s die Länge der zugehörenden Sehne, F der Inhalt des Abschnitts ist. Nach Abb. 1 ist die Sehnenlänge $\left(\frac{s}{2}\right)^2 = \frac{r_1^2}{m^2}(2m-1)$, also $s = \frac{2r_1}{m}\sqrt{2m-1}$.



Ferner ist der Inhalt des Kreisabschnittes

$$F = \frac{1}{2} r_1^2 \left(\frac{\varphi^0 \pi}{180^0} - \sin\varphi\right),$$

worin φ der zur Sehne s gehörende Zentriwinkel ist. Setzt man $\frac{1}{2}\left(\frac{\varphi^0 \pi}{180^0} - \sin\varphi\right) = f$, dann ist $F = r_1^2 \cdot f$.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind für einige besondere Werte von m die α-Werte angegeben.

m	F_1	f	$\frac{s}{r_1}$	$\frac{e}{r_1}$	Positive α-Werte	Negative α-Werte
0,5	$r_1^2\pi$	3,14	0	0	0,500	—
0,8	„	2,06	1,93	0,29	0,316	1,70
1	„	1,57	2,00	0,42	0,272	0,90
4	„	0,23	1,32	0,83	0,188	0,364

Hieraus berechnet sich die mit Rücksicht auf die zulässige Beanspruchung des Holzes von dem Pfahle aufnehmbare Last für

$m = 0{,}5$ zu $P = 0{,}500 \cdot 20^2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 = 0{,}500 \cdot 125{,}6 = 62{,}8$ t
$m = 0{,}8$ „ $P = \quad = 0{,}316 \cdot 125{,}6 = 39{,}7$ t
$m = 1$ „ $P = \quad = 0{,}272 \cdot 125{,}6 = 34{,}2$ t
$m = 4$ „ $P = \quad = 0{,}188 \cdot 125{,}6 = 23{,}6$ t

Bei $m = 0{,}5$ deckt der Holm den Pfahl vollständig, liegt also zentrisch auf, so daß sich dabei der schon früher berechnete Wert von 62,8 t ergibt. Bei $m = 0{,}8$ wird die Tragfähigkeit des Pfahles fast erreicht; das Blatt

müßte dabei $\frac{20}{0,8} = 25^{cm}$ tief in den Pfahl eingeschnitten werden. Da $f = 2,06$ ist, wird die Größe des Kreisabschnittes, den der Holm deckt $2,06 \cdot 20^2 = 824^{cm^2}$; in dieser Fläche kann eine Druckkraft von $824 \cdot 50 = 41200^{kg}$ übertragen werden, was ausreicht. Bei $m = 1$, d. h. wenn das Blatt bis zum Mittelpunkt des Pfahlquerschnitts reicht, kann der Pfahl weniger Last aufnehmen, als seine Tragfähigkeit zuließe. Bei $m = 4$, also bei nur $\frac{20}{4} = 5^{cm}$ Einlaßtiefe würde dem Pfahl nur noch wenig mehr als die Hälfte seiner Tragfähigkeit an Last zugewiesen werden dürfen.

Die vorstehende Untersuchung bezog sich auf einen einzelnen Pfahl. Etwas verwickelter sind die Verhältnisse bei Pfahlböcken. Ein Pfahlbock ist ein System von zwei oder mehr Pfählen verschiedener Neigung, die am oberen Ende zusammengeführt und dort so verbunden sind, daß sie eine an dem Bock angreifende Kraft nach ihren Achsenrichtungen zerlegen und so als Achsialkräfte aufnehmen können. Voraussetzung für die ohne Nebenwirkungen erfolgende Zerlegung der Kraft wäre die Verbindung der Pfähle durch ein reibungsloses Gelenk im Schnittpunkt der Pfahlachsen. Ein solcher Verband ist aber der Natur des Baustoffes nach nicht möglich. Man muß sich daher zu einem gelenklosen Verband verstehen.

Es gibt verschiedene Pfahlbockausbildungen, die in ihren Einzelheiten grundsätzliche Unterschiede aufweisen und danach die folgende Einteilung gestatten. Die Zusammenfassung der Pfähle erfolgt durch:

1. Anblattung und Aneinanderpressen der Blattflächen durch einen Bolzen,
2. Versatzung des Druckpfahles in den Zugpfahl,
3. Verdübelung der Pfähle,
4. Vereinigungen der vorgenannten Ausführungen,
5. symmetrischen Kopfverband.

Um die Ausbildung der Pfahlköpfe so zu gestalten, daß eine tunlich große Wirkung des Bockes erreicht wird, ist die Verfolgung des Kräftespiels unerläßlich. Sie soll zunächst allgemein durchgeführt werden.

Die Spannung eines exzentrisch belasteten Stabes ist

1) ..... $\sigma_b = \beta \frac{P}{F} + \frac{M}{W}$, worin P, F, M und W die bekannten Größen darstellen und $\sigma_b = \beta \cdot \sigma_{z,d}$, wie vorher.

Ist e das Maß der Exzentrizität des Lastangriffs, dann ist $M = P \cdot e$ und es wird

$$\sigma_b = \beta \frac{P}{F} + \frac{P \cdot e}{W}, \text{ woraus}$$

2) ..... $P = \dfrac{\sigma_b}{\frac{\beta}{F} + \frac{e}{W}}$.

Im Einzelfall ist nun F, e und W zu bestimmen, um den Wert P zu erhalten, der einer gegebenen zulässigen Beanspruchung σ_b, σ_z und σ_d des Baustoffs entspricht.

Zur Bestimmung der durch den Verband geschwächten Querschnittsfläche F ist diese in zwei Einzelflächen von bekanntem Inhalt zu zerlegen, die für den allgemeinen Fall als Funktionen des Pfahlhalbmessers r ausgedrückt werden können. Man hat also

3) ..... $F = F_I + F_{II} = f_I\, r^2 + f_{II}\, r^2$ (s. Abb. 2).

Für die Bestimmung des Widerstandsmomentes W bedient man sich der Trägheitsmomente der Einzelflächen. Diese sind abermals als Funktionen des Pfahlhalbmessers auszudrücken.

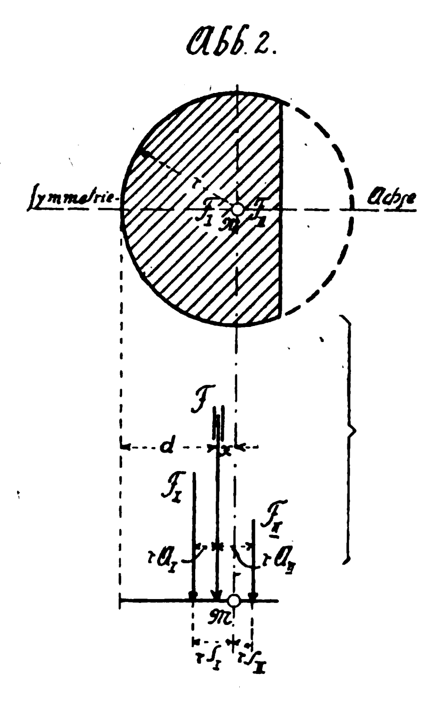
4) ..... $J_I' = r^4\, i_I$; $J_{II}' = r^4\, i_{II}$.

Die Abstände der Schwerpunkte der Flächen F_I und F_{II} vom Kreismittelpunkt seien bzw. $r\, S_I$ und $r\, S_{II}$.

Der Abstand des Schwerpunktes des Gesamtquerschnitts vom Kreismittelpunkt ist

5) ..... $x = \dfrac{r\,(f_I\, S_I + f_{II}\, S_{II})}{f_I + f_{II}}$,

wobei Voraussetzung ist, daß die Hebelarme alle auf der gleichen Seite des Kreismittelpunktes liegen. Andernfalls müssen die betreffenden Momente mit verschiedenen Vorzeichen in die Gleichung eingeführt werden. Bei der Auswertung ist hierauf Rücksicht zu nehmen.



Die Abstände der Schwerpunkte der Einzelflächen vom Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts sind unter obiger Voraussetzung

6) ..... $r\, A_I = -x + r\, S_I$; $r\, A_{II} = x - r\, S_{II}$.

Dann ist das Trägheitsmoment der einzelnen Flächen in bezug auf die zur Symmetrieachse senkrecht stehende Schwerachse des Pfahlquerschnitts bzw.

7) ..... $J_I = J_I' + F_I\, r^2 A_I^2$; $J_{II} = J_{II}' + F_{II}\, r^2 A_{II}^2$.

So erhält man dann als Trägheitsmoment des Gesamtquerschnitts für die genannte Schwerachse:

8) ..... $J = J_I + J_{II}$.

Bezeichnet man mit d den Abstand der äußersten Faser des Querschnitts von dessen Schwerpunkt, dann ist

$$W = \frac{J}{d} = \frac{1}{d}\,(J_I + J_{II})$$

9) ..... $W = \dfrac{r^4}{d}\,(i_I + i_{II} + f_I\, A_I^2 + f_{II}\, A_{II}^2)$ und

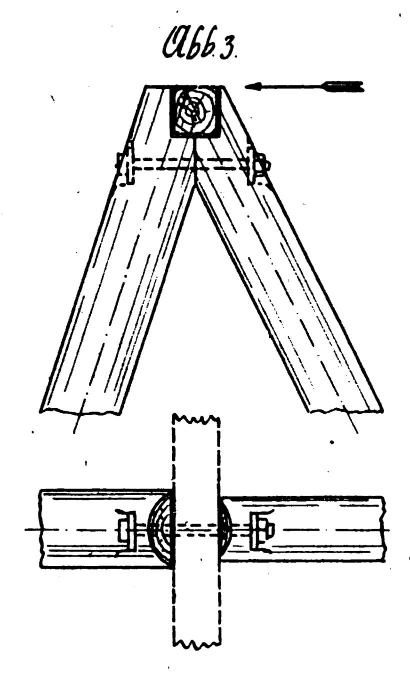
10) ..... $$P = \sigma_b : \left(\frac{\beta}{r^2\,(f_I + f_{II})} + \frac{d\,e}{r^4\,(i_I + i_{II} + f_I A_I^2 + f_{II} A_{II}^2)}\right)$$
$$= \sigma_b\, r^2 \pi : \left(\frac{\beta}{f_I + f_{II}} + \frac{d\,e}{r^2 (i_I + i_{II} + f_I A_I^2 + f_{II} A_{II}^2)}\right)\pi = \alpha\,\sigma_b\, r^2 \pi.$$

Der Wert im Nenner entspricht der Verhältniszahl α, die bei den Untersuchungen über einen Einzelpfahl schon vorher eingeführt wurde. Er gibt also an, welcher Teil einer zentrisch mit der Einheitsspannung σ_b zulässigen Kraft bei exzentrischer Belastung und gleicher Einheitsspannung zugelassen werden darf.

Nachdem so in allgemeiner Form die zulässige Belastung des Pfahles in dem durch den Kopfverband geschwächten Querschnitt festgestellt ist, kann zu den besonderen Formen der Pfahlböcke übergegangen werden.

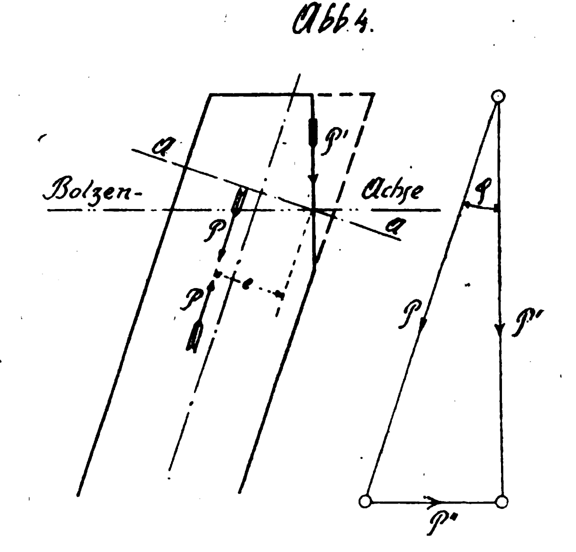
1. Die Anblattung.

Diese Bauweise ist in der Abb. 3 dargestellt. Der Grundgedanke besteht darin, daß eine Verschiebung der Pfähle gegeneinander durch die Reibung in den Berührungsflächen verhindert werden soll. Die Reibung wird durch das Zusammenpressen der Pfähle mit einem Bolzen hervorgerufen, wenn die angreifende Kraft eine Verschiebung anstrebt.



Die Abb. 4 stellt den Gleichgewichtszustand dar. Die Kräfte hat allein der Bolzen aufzubringen, und zwar P' als Reibung zwischen den Blattflächen, P'' (in der Richtung des Bolzens) unmittelbar als Zugspannung im Bolzen. Im Schwerpunkt des geschwächten Querschnitts bringt man in der Richtung der Pfahlachse die gleich großen und entgegengesetzt gerichteten Kräfte P an. Dann wirkt auf den Pfahl eine Achsialkraft P und ein Kräftepaar P, dessen Abstand von der Stelle abhängt, an der die Blattflächen von dem Bolzen getroffen werden. Für diese Stelle ist auch die Größe des geschwächten Querschnitts zu bestimmen.

In der Abb. 5 ist der Querschnitt durch Schraffur kenntlich gemacht und in die Flächen I und II geteilt. Fläche I ist ein Halbkreis, Fläche II wird als Trapez angesehen, welche Annäherung günstig im Sinne der Sicherheit des Bauwerks und um so genauer ist, je kleiner m wird.



Nach Gl. 3) ist $F_I = f_I\, r_1^2 = \frac{1}{2}\, r_1^2\, \pi;\; f_I = \frac{\pi}{2}$.

$F_{II} = f_{II}\, r_1^2$ ist der Inhalt eines Trapezes, dessen größere Parallele $2\,r_1$, dessen kleinere Parallele $\frac{2\,r_1}{m}\sqrt{2\,m-1}$ und dessen Höhe $\frac{r_1}{m}(m-1)$ ist.

Es ist also $F_{II} = \frac{1}{2}\left(2\,r_1 + 2\,\frac{r_1}{m}\sqrt{2\,m-1}\right)\frac{r_1}{m}(m-1)$

$$f_{II} = \frac{m-1}{m^2}\left(m + \sqrt{2\,m-1}\right).$$

Nach Gl. 4) ist $J_I' = r_1^4 \cdot i_I = r_1^4\left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\,\pi}\right);\; i_I = \frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\,\pi}$

$$J_{II}' = r_1^4 \cdot i_{II} = r_1^4\, \frac{\left[6\,(2\,m-1) + 6\sqrt{2\,m-1}\,(m - \sqrt{2\,m-1}) + (m - \sqrt{2\,m-1})^2\right](m-1)^3}{18\, m^4\,(m + \sqrt{2\,m-1})},$$

woraus i_{II} bekannt ist.

$$r_1\, S_{II} = \frac{1}{3}\,\frac{r_1}{m}\,(m-1)\,\frac{2\,r_1 + 4\,\frac{r_1}{m}\sqrt{2\,m-1}}{2\,r_1 + 2\,\frac{r_1}{m}\sqrt{2\,m-1}};\quad S_{II} = \frac{m-1}{3\,m}\cdot\frac{m + 2\sqrt{2\,m-1}}{m + \sqrt{2\,m-1}}.$$

Gl. 5) und Gl. 6) sind ohne weiteres auszuwerten.

Für die an der Druckseite des Druckpfahls oder an der Zugseite des Zugpfahls liegende äußerste Faser ist $d_1 = e$.

Für die andere Randspannung erhält man mit Gl. 5) und nach Abb. 6.....

$$d_2 = r_1\left(1 - \frac{f_I\, S_I - f_{II}\, S_{II}}{f_I + f_{II}}\right) = r_1\left(1 - \frac{x}{r_1}\right).$$

$$d_1 = e = x + \frac{r_1}{m}(m-1) = r_1\left(\frac{f_I\, S_I - f_{II}\, S_{II}}{f_I + f_{II}} + \frac{m-1}{m}\right).$$

Mit diesen Angaben kann Gl. 10 ausgewertet werden.

Für wechselnde Werte von m sind die α-Werte in der Abb. 7 in Kurvenform angegeben. Es ist zu erkennen, daß die Blattflächen nicht tiefer angeschnitten

werden dürfen, als $\frac{1}{3}$ des Halbmessers, wenn die Pfähle nicht unnötig geschwächt werden sollen. Das Maß $\frac{1}{3} r_1$ ist nach den früheren Ausführungen an der Stelle zu nehmen, wo der Bolzen die Pfähle zusammenfaßt. Auffallend ist die Tatsache, daß der Druckpfahl *(Dpf)* nur etwa $0{,}17 \sim \frac{1}{6}$, der Zugpfahl nur etwa $0{,}23 \sim \frac{1}{4}$ der Last aufnehmen

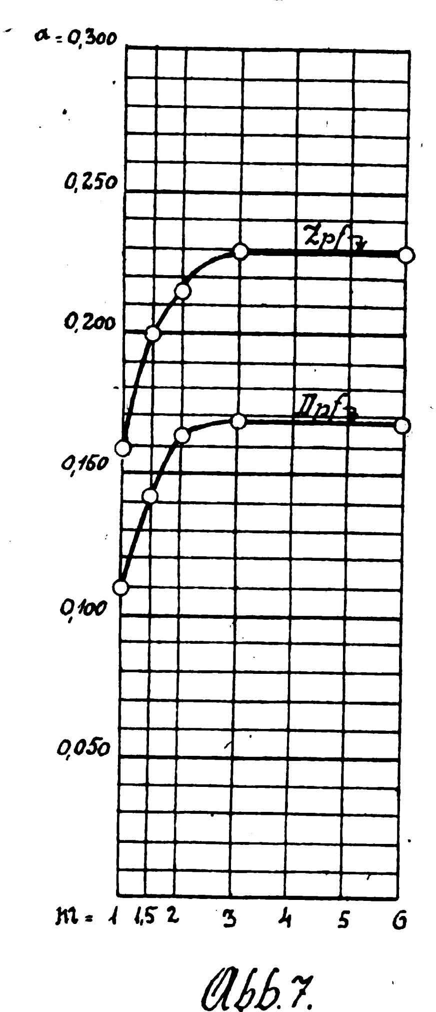


Abb. 7.

kann, die unter Zugrundelegung der Einheitsspannung σ_b bei zentrischer Belastung und ungeschwächtem Querschnitt dem Pfahle zugemutet werden könnte. Für die Einheitsspannungen σ_d bzw. σ_z würden sich die α-Werte $2 \cdot 0{,}16 = 0{,}32 \sim \frac{1}{3}$ bzw. $0{,}572 \cdot 0{,}23 = 0{,}13 \sim \frac{1}{8}$ ergeben. Die Notwendigkeit, bei derartigen Bauwerken nicht nur die Tragfähigkeit der Rammpfähle, sondern auch die Beanspruchung des Baustoffs zu berücksichtigen, ergibt sich aus Vorstehendem ohne weiteres.

Es ist nun noch eine Angabe über die Abmessungen des Bolzens erforderlich, um einen Pfahlblock der Bauart „Anblattung" entwerfen zu können. Er muß in der Lage sein, die Kraft $P'' = P \operatorname{tg} \varphi$ hervorzurufen, wenn φ der Reibungswinkel des Holzes ist. Bezeichnet man die zulässige Einheitsspannung im Bolzen mit σ_1, so ist der erforderliche Bolzendurchmesser

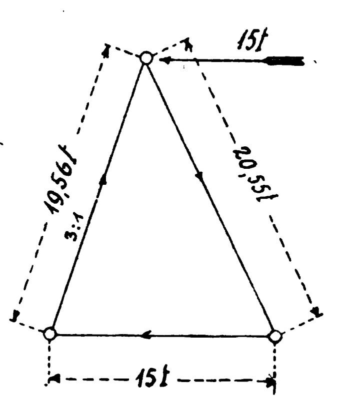
$$D = 2\left(\frac{P \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_1 \pi}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Beispiel für die Anwendung.

Es soll ein Horizontalschub von 15 Tonnen für das laufende Meter eines Bauwerks durch Pfahlböcke von der Bauart „Anblattung" aufgenommen werden. Wie sind die Böcke auszubilden?

Um den Baustoff nach Möglichkeit auszunutzen, muß $m \geqq 3$ sein. Sehr stark gespreizte Pfähle ergeben sehr kleine Blattflächen. Der Druckpfahl erhält deshalb eine Neigung 3 : 1; der Durchmesser am Kopf wird zu 50 cm angenommen. Für $m \geqq 3$ werden die α-Werte für den Druckpfahl und den Zugpfahl bzw. 0,16 und 0,23. Daraus ergibt sich die aus Abb. 8 ersichtliche Kräfteverteilung.

Abb. 8.



Der Druckpfahl kann eine Last aufnehmen von

$$P_d = 0{,}16 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 = 31\,400 \text{ kg}.$$

Der Zugpfahl muß dann aufnehmen können

$$P_z = \frac{20{,}55}{19{,}56} \cdot 31{,}4 = 33{,}0 \text{ t}.$$

Sein Durchmesser berechnet sich aus

$$0{,}23 \cdot r_z^2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 = 33\,000,\ r_z = 21{,}5 \text{ cm zu } 2 \cdot 21{,}5 = 43 \text{ cm}$$

Die Pfahlböcke sind in einem Abstand anzuordnen von

$$\frac{31{,}4}{19{,}56} = \frac{33{,}0}{20{,}55} = 1{,}60 \text{ m}.$$

Unter Zugrundelegung der beim Hamburger Hafenbau zugelassenen Tragfähigkeit der Pfähle ergibt der Vergleich, daß die Werte nicht annähernd erreicht werden, so daß also nicht die Tragfähigkeit, sondern die Festigkeit des Baustoffs ausschlaggebend ist.

Der erforderliche Bolzendurchmesser ist

$$2\left(\frac{P \operatorname{tg} \varphi}{\sigma_1 \pi}\right)^{\frac{1}{2}} = 2\left(\frac{31\,400 \cdot 0{,}6}{1000 \cdot 3{,}14}\right)^{\frac{1}{2}} = 4{,}9 \sim 5 \text{ cm},$$

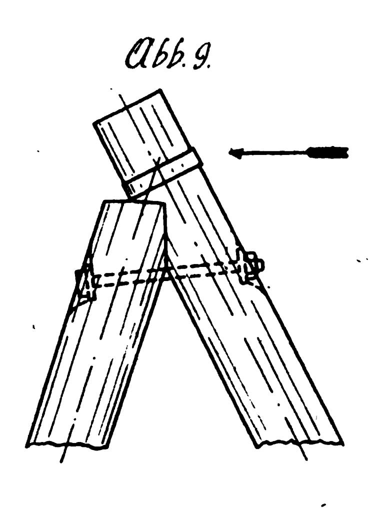
$$\text{bzw.} = 2\left(\frac{33\,000 \cdot 0{,}6}{1000 \cdot 3{,}14}\right)^{\frac{1}{2}} = 5{,}02 \sim 5 \text{ cm}.$$

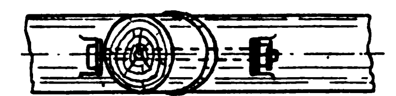
Die hohe Anfangsspannung des Bolzens wird zwar bei einfacher Handhabung mittels langen Schraubenschlüssels nicht zu erreichen sein, sie wird sich aber nach einer Verschiebung der Pfähle aneinander von selbst einstellen. Doch darf nicht außer acht gelassen werden, daß auch bei großen Abmessungen der Unterlagsscheiben starke Einpressungen in das Holz entstehen, die schließlich das Auftreten der erforderlichen Bolzenspannung in Frage stellen können. Durch Erhöhung des Reibungsbeiwertes kann der Betrag der Bolzenspannung herabgemindert werden; dazu wäre ein absichtliches Rauhhalten der Blattflächen erforderlich, wie es durch Einfügung eines Eisengitters von Vering vorgeschlagen wurde. Eine Herabminderung der Anfangsspannung des Bolzens ist zu erwarten, wenn der Splint des Holzes im Wasser im Laufe der Zeit weich wird.

Bei wichtigen und kostspieligen Bauwerken wird die Bauweise „Anblattung" nicht am Platze sein.

2. Der Versatz.

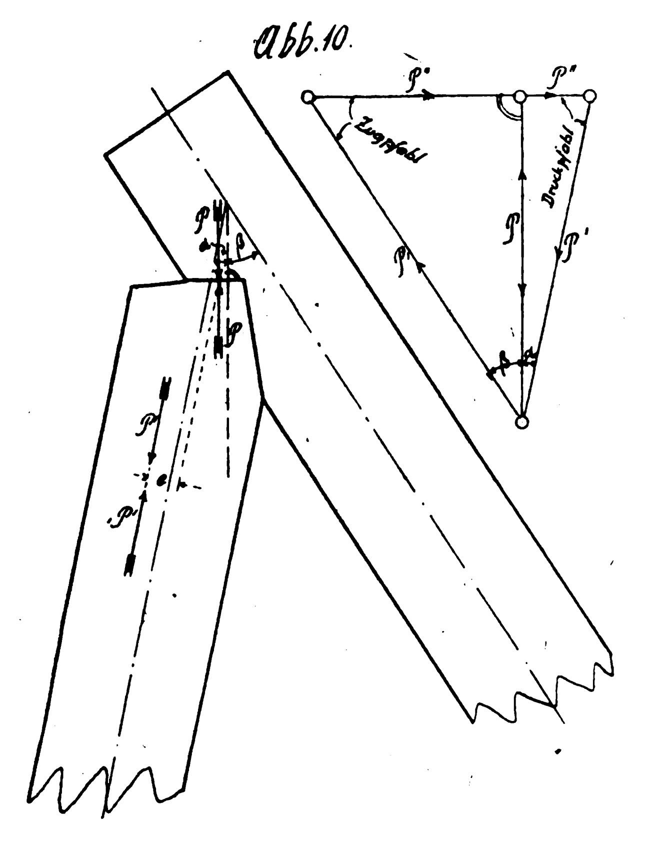
Die Abb. 9 zeigt diese Bauweise. Das Zusammenhalten der Pfähle wird erreicht, indem man den Druckpfahl mit dem Zugpfahl durch einen, aus diesem herauszuarbeitenden Versatz verbindet. Die im Versatz





zusammentreffenden Hirnholzflächen vermitteln durch Druckübertragung die gemeinschaftliche Wirkung der Pfähle.

Die Abb. 10 stellt den Gleichgewichtszustand für diese Bauweise dar. Die auf die Hirnholzflächen wirkenden Druckkräfte P sind in je zwei Seitenkräfte parallel zu den betreffenden Pfahlachsen (P') und zu den Hirn-



holzflächen (P'') zu zerlegen. Die Kräfte P'' streben ein Auseinanderdrängen der Pfähle an; ihnen wirkt die von P herrührende Reibung und der beide Pfähle verbindende Bolzen oder Ring entgegen.

Der über den Druckpfahl hinausragende Teil des Zugpfahls wird auf Abscheren beansprucht. Der den Zugpfahl umfassende Ring soll das Abspalten in der Scherfläche verhindern.

Der Berechnung sind zu unterwerfen die den Druck übertragenden Hirnholzflächen, die beiden durch den Verband geschwächten Pfähle und die Scherfläche.

a) Die Hirnholzflächen.

Die Größe dieser Flächen (s. d. Abb. 11) ist $'F = 'F_I + 'F_{II} - ''F_{II}$. $'F_I$, $'F_{II}$ und $''F_{II}$ entsprechen die in der Abbildung mit $'I$, $'II$ und $''II$ bezeichneten Flächen, d. s. Kreisabschnitte von den dort angegebenen Halbmessern und Pfeilhöhen. Ihre Größe ist:

$$F_I = \frac{1}{2}\left[p\,r_1\left(\frac{2\,p\,r_1}{m_2}\sqrt{\frac{1}{3}[6\,m_2+1]} - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{2\,p\,r_1}{m_2}\sqrt{2\,m_2-1}\right) + \frac{2\,p\,r_1}{m_2}\sqrt{2\,m_2-1}\cdot\frac{p\,r_1}{m_2}\right]$$

$$= \frac{p^2\,r_1^2}{m_2^2}\left[m_2\sqrt{\frac{1}{3}(6\,m_2+1)} - \right.$$

$$\left. - (m_2-1)\sqrt{2\,m_2-1}\right] = p^2\,r_1^2\cdot 'f_I$$

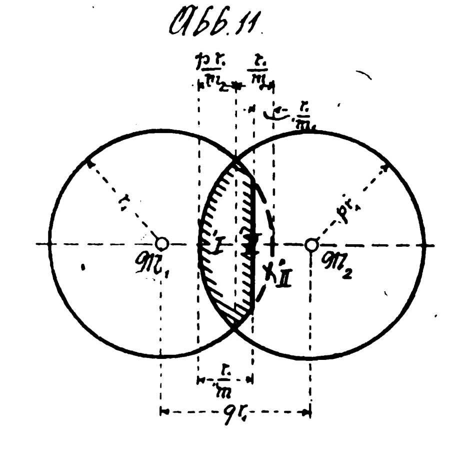
$$'F_{II} = \frac{r_1^2}{m_1^2}\left[m_1\sqrt{\frac{1}{3}(6\,m_1+1)} - \right.$$

$$\left. - (m_1-1)\sqrt{2\,m_1-1}\right] = r_1^2\cdot 'f_{II}$$

$$''F_{II} = \frac{r_1^2}{'m_1^2}\left['m_1\sqrt{\frac{1}{3}(6'm_1+1)} - \right.$$

$$\left. - ('m_1-1)\sqrt{2'm_1-1}\right] = r_1^2\cdot ''f_{II}.$$

Damit wird dann $'F = r_1^2\,('f_I + 'f_{II} - ''f_{II})$.



Ist σ_d die zulässige spezifische Druckspannung, dann kann durch die Hirnholzflächen ein Druck übertragen werden von der Größe

$$P = \sigma_d\cdot r_1^2\,(p^2\,'f_I + 'f_{II} - ''f_{II}) = \sigma_b\,r_1^2\,\pi\cdot\alpha.$$

Nach Abb. 10 ist $P' = \frac{P}{\cos\alpha}$. Es ist also für den Druckpfahl

$$P' = \frac{\sigma_d\,r_1^2}{\cos\alpha}\,(p^2\,'f_I + 'f_{II} - ''f_{II}),$$ für den Zugpfahl

$$P' = \frac{\sigma_d\cdot r_1^2}{\cos\beta}\,(p^2\,f_I + 'f_{II} - ''f_{II}).$$

Für $p = 1$, d. h. für Pfähle von gleichem Durchmesser, $\alpha = 0^0$ und $\beta = 0^0$ und für wechselnde Werte von $m_1 = m_2 = ''m$ und $'m_1$ sind aus der Gleichung $P = \sigma_b\,r_1^2\,\pi\cdot\alpha$ die α-Werte berchnet und in der Abb. 13 in Kurvenform dargestellt. Die Kurven sind mit D und dem zugehörenden $''m$ bezeichnet.

b) Der Druckpfahl.

Für die Auswertung der allgemeinen Gleichungen können bezüglich f_I, f_{II}, i_I, i_{II}, S_I, S_{II}, x, A_I und A_{II} die Ausführungen unter 1) die Anblattung benutzt werden, wenn an Stelle von m der Abb. 5 der Wert $'m_1$ der Abb. 11 eingeführt wird.

Zur Bestimmung von d und e wird wegen der Bezeichnungen auf die Abb. 11 verwiesen.

Im Schwerpunkt der sich berührenden Hirnholzflächen findet die Kraftübertragung vom einen auf den andern Pfahl statt. Der Schwerpunktsabstand der Fläche $'F_I$ von M_2 sei $p\,r_1\,'S_I$, also von M_1 gleich $q\,r_1 - p\,r_1\,'S_I$; jener der Flächen $'F_{II}$ und $''F_{II}$ von M_1 sei bzw. $r_1\,'S_{II}$ und $r_1\,''S_{II}$. Es ist

$$p\,r_1\,'S_I = \left[2\frac{p\,r_1}{m_2}\sqrt{2\,m_2 - 1}\right]^3 : 12\,p^2\,r_1^2\,'f_I =$$

$$= \frac{2}{3}\,p\,r_1\sqrt{(2\,m_2 - 1)}^3 : m_2^3 \cdot 'f_I, \text{ also}$$

$$'S_I = \frac{2}{3}\sqrt{(2\,m_2 - 1)}^3 : m_2^3\,'f_I. \quad \text{Aehnlich ist}$$

$$'S_{II} = \frac{2}{3}\sqrt{(2\,m_1 - 1)}^3 : m_1^3 \cdot 'f_{II} \text{ und}$$

$$''S_{II} = \frac{2}{3}\sqrt{(2'\,m_1 - 1)}^3 : 'm_1^3 \cdot ''f_{II}.$$

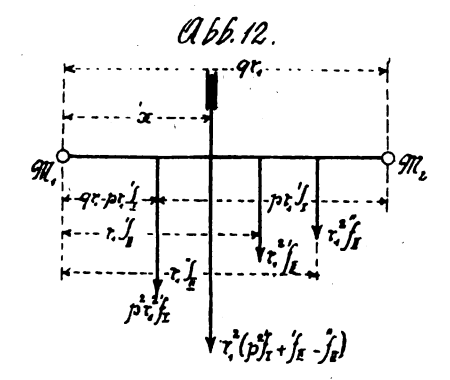
Nach Abb. 12 ist dann der Abstand des Schwerpunkts der sich berührenden Hirnholzflächen $'F$ von M_1

$$'x = r_1\,[(q - p\,'S_I)\,'f_I\,p^2 + 'f_{II}\,'S_{II} - ''f_{II} \cdot ''S_{II}] : (p^2\,'f_I + 'f_{II} - ''f_{II}).$$

Es ist also $e = x + 'x$

$$d_1 = x + r_1\frac{'m_1 - 1}{'m_1} \text{ und } d_2 = r_1 - x.$$

Abb. 12.



Die allgemeine Gl. 10 kann nun ausgewertet werden.

Für $p = 1$ und wechselnde Werte von $m_1 = m_2 = ''m$ und $'m_1$ sind die α-Werte in der Abb. 13 in Kurvenform dargestellt. Die Kurven sind mit Dpf (Druckpfahl) bezeichnet.

c) Der Zugpfahl.

Der gefährdete Querschnitt wird durch Abb. 5 dargestellt, wenn man dort r_1 durch $p\,r_1$ und $\frac{1}{m}$ durch $\frac{p}{m_2} + \frac{1}{m_1} - \frac{1}{'m_1}$ ersetzt. Die Gesamtfläche dieses Querschnitts ist $p^2\,r_1^2\,(f_I + f_{II})$.

Die Werte $f_I + f_{II}$, $i_I + i_{II} + f_I\,A_I^2 + f_{II}\,A_{II}^2$, d_1, d_2 und e werden wie bei der Anblattung angegeben ermittelt. Für d_1 und d_2 ist zunächst der Abstand $''x$ des Schwerpunkts des Gesamtquerschnitts vom Kreismittelpunkt M_2 zu bestimmen; hierzu können die Werte x der Anblattung Verwendung finden.

Es ergibt sich

$$d_1 = ''x + p\,r_1 - \left(\frac{p\,r_1}{m_2} + \frac{r_1}{m_1} - \frac{r_1}{'m_1}\right) \text{ und}$$

$$d_2 = p\,r_1 - ''x.$$

Für e ist der Abstand des Schwerpunkts der sich berührenden Hirnholzflächen $'F$ von M_2 zu bestimmen aus $q\,r_1 - 'x$; damit ist $e = q\,r_1 - 'x + ''x$.

Gl. 10 kann nun wieder ausgewertet werden.

Für $p = 1$ und wechselnde Werte von $m_1 = m_2 = ''m$ und $'m_1$ sind die α-Werte in Kurvenform in Abb. 13 dargestellt. Die Kurven sind mit Zpf bezeichnet.

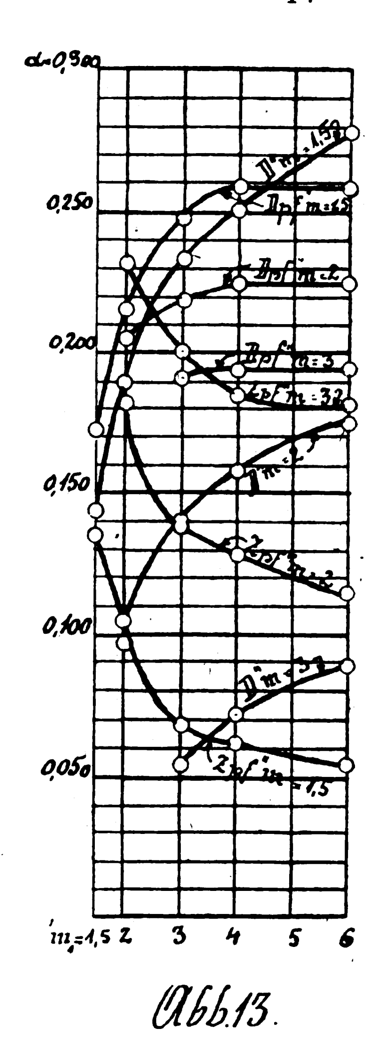


Abb. 13.

d) Die Scherfläche.

Der Zugpfahl wird in dem Teil über dem Druckpfahl auf Abscheren beansprucht; er muß diesen deshalb um eine Mindestlänge l_{min} überragen.

Die Größe der Scherfläche ist, wenn $\frac{p}{m_2} + \frac{1}{m_1} - \frac{1}{'m_1} = \frac{1}{'''m}$ bezeichnet wird, gleich $l \cdot 2\frac{r_2}{'''m}\sqrt{2\,'''m - 1}$. Diese, mit der zulässigen Scherspannung σ_s multipliziert, muß gleich P' sein, also $l_{min} = P' : 2\frac{r_2}{'''m}\sqrt{2\,'''m - 1} \cdot \sigma_s$.

Da P' nicht in der Scherfläche selbst angreift, entsteht noch ein Moment, das aufspaltend wirkt. Ihm wird begegnet durch einen eisernen Ring um den Kopf des Zugpfahls (s. Abb. 9), der in heißem Zustand gut passend aufgebracht werden muß, wenn er seine Wirkung nicht verfehlen soll.

e) Bolzen oder Ring zum Zusammenhalten der Pfähle.

Die Kraft P'' (Abb. 10) ist durch einen Bolzen oder Ring aufzunehmen, um ein Auseinandergehen der Pfähle zu verhüten.

Ueber die dem Bolzen zu gebende Stärke ist unter 1. Die Anblattung nachzulesen.

Die Abmessungen, die dem Ring zu geben sind, werden nach den Untersuchungen über die Beanspruchung belasteter Ringe auf Zug oder Druck in einer Durchmesserebene bestimmt[9]).

Hat der Bock zwei gleichstarke Pfähle vom Halbmesser r_1 und ist d seine Dicke, b seine Breite, σ_1 die zulässige Beanspruchung seines Baustoffs, dann müssen b und d die Gleichung erfüllen $b\,d^2 = \frac{6\,r_1}{\sigma_1\,\pi} \cdot P''$.

Ueber das Aufbringen des Ringes gilt das vorher über den Kopfring des Zugpfahls Gesagte.

Beispiel für die Anwendung.

Wie bei der Anblattung soll ein Pfahlbock, hier von der Bauweise „Versatz", für eine wagrechte Last von 15^{t} für das laufende Meter entworfen werden.

Nimmt man als äußerste Pfahlneigung $2^1/_2 : 1$ an, so kann das Verhältnis der α-Werte von Zug- zu Druckpfahl höchstens schwanken zwischen $1 : 1{,}08$ (bei lotrechtem Zugpfahl) und $1 : 1$ (bei $2^1/_2 : 1$ nach hinten geneigtem Zugpfahl, wobei in beiden Fällen der Druckpfahl die Neigung $2^1/_2 : 1$ nach vorne hat. Je nach diesem Verhältnis ist aus der Abb. 13 eine Stelle zu suchen, die ihm entspricht.

Des Vergleiches mit der Anblattung wegen sollen die in dem dort durchgeführten Beispiel festgelegten Pfahlneigungen — $3 : 1$ nach vorne für den Druckpfahl, $\sim 2 : 1$ nach hinten für den Zugpfahl — hier beibehalten werden.

Unter den gegebenen Verhältnissen ist eine tunlich gute Ausnutzung des Baustoffs gewährleistet für $''m = 1{,}5$ und $'m_1 = 1{,}5$. Die α-Werte für D, Zpf und Dpf werden hierfür bzw. 0,145, 0,135 und 0,172.

Der Zugpfahl kann also die Last aufnehmen $P' = 0{,}135 \cdot \sigma_b \cdot r_1^2\,\pi$; für $r_1 = 25^{\,cm}$ wird $P' = 0{,}135 \cdot 100 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 = 26\,500^{\,kg}$.

Nach Abb. 8 entfällt dann auf den Druckpfahl die Last $\frac{20{,}55 \cdot 26{,}5}{19{,}56} = 27{,}8^{\,t}$; tatsächlich könnte er aufnehmen $P' = 0{,}145 \cdot 100 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 = 28\,400^{\,kg}$, so daß er also nicht völlig ausgenutzt ist.

Der Abstand der Böcke wird $\frac{26{,}5}{19{,}56} = \frac{27{,}8}{20{,}55} \sim 1{,}35^{\,m}$.

Die Länge, um die der Zugpfahl den Druckpfahl überragen muß, berechnet sich wie folgt:

$l_{\min} \cdot 2\,\frac{r_1}{'''m}\sqrt{2\,'''m - 1}$ ist die Größe der Scherfläche.

$$'''m = \frac{2}{''m} - \frac{1}{'m_1} = \frac{2}{1{,}5} - \frac{1}{1{,}5} = 0{,}667$$

$$l_{\min} \cdot 2 \cdot \frac{0{,}25}{0{,}667}\sqrt{1{,}333 - 1} = l_{\min} \cdot 0{,}433^{\,qm}.$$

$$l_{\min} = \frac{26\,500}{43{,}30 \cdot 10} = 61{,}2^{\,cm}, \text{ worin } \sigma_s = 10^{\,kg}/_{cm^2}.$$

Für den Zugpfahl ist $P'' = P' \sin\alpha \sim 0$, für den Druckpfahl ist $P'' = P' \sin\beta \sim 27\,800 \sin 44^0 \sim 26\,850^{\,kg}$.

Der Bolzen oder Ring muß aufnehmen können

$$\Sigma P'' = 26\,850^{\,kg}.$$

[9]) Föppl: Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. III, 5. Aufl., S. 206 u. f.

Der erforderliche Bolzendurchmesser ist damit

$$D = 2\left(\frac{26\,850}{1000 \cdot 3{,}14}\right)^{\frac{1}{2}} = 5{,}84^{\,cm} \sim 58^{\,mm}.$$

Die Abmessungen des Ringes ergeben sich aus

$$b\,d^2 = \frac{6 \cdot 25}{1000 \cdot 3{,}14} \cdot 26\,850 = 128{,}5^{\,cm^3}.$$

Die Gleichung wird durch das Wertepaar $b = 15^{\,cm}$, $d \sim 2{,}9^{\,cm}$ erfüllt.

Aus dem Kurvenbild der α-Werte ist zu ersehen, daß für $''m = 2$, $'m_1 = 3$ ein ähnlicher α-Wert für D und Zpf auftritt, wie vorher; für Dpf wird α erheblich größer, nämlich 0,22. Dies führt dazu, verschieden starke Pfähle zu verwenden. Ueberschlägig kann man den Durchmesser des Druckpfahls — für den Zugpfahl sollen $50^{\,cm}$ festgehalten werden — bestimmen, indem man annimmt, die α-Werte ändern sich nicht wesentlich bei Pfählen verschiedenen Durchmessers. Es muß dann sein $0{,}22 \cdot r_1^2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 = 27\,800^{\,kg}$. Hieraus berechnet sich der Durchmesser des Druckpfahls zu rd. $40^{\,cm}$.

Es kann jetzt unter Annahme der genannten Durchmesser und Einzelverhältnisse die genaue Nachprüfung und die endgültige Festlegung leicht erfolgen. Auf diese kann aber hier verzichtet werden.

3. Die Verdübelung.

Die Verschiebung der Pfähle aneinander soll verhindert werden durch einen Hartholzdübel, der in entsprechend ausgearbeitete Teile der beiden Pfähle eingetrieben wird. Je nach der Zusammenfügung der Pfähle — zunächst abgesehen von dem Dübel — unterscheidet man die beiden in den Abbildungen 14 und 18 dargestellten Ausführungen. Im Fall der Abb. 14 sind die Pfähle aneinander angeblattet, im Fall der Abb. 18 liegt der Druckpfahl in einer Aushöhlung des Zugpfahls.

A. Die Pfähle sind aneinander angeblattet.

a) Druckübertragung durch den Dübel.

Die Abb. 15 stellt den durch die Anblattung verringerten Querschnitt dar, der sich aus den Flächen I und II zusammensetzt. Der Dübel liegt in der Fläche II auf dem Pfahl und überträgt in dieser Fläche Druck. Der Inhalt der Fläche II ist gemäß Abb. 11 gleich $r_1^2\,('f_{II} - ''f_{II})$. Die Fläche II kann also einen Druck aufnehmen von der Größe

$$P = \sigma_d \cdot r_1^2\,('f_{II} - ''f_{II}) = 0{,}5\,\sigma_b r_1^2\,('f_{II} - ''f_{II}) = \alpha\,\sigma_b\,r_1^2\,\pi.$$

Die α-Werte sind für wechselnde Werte von m_1 und $'m_1$ berechnet und in der Abb. 17 in Kurvenform (D) dargestellt.

b) Der Druckpfahl.

Die Werte f_I, f_{II}, i_I, i_{II}, S_I, S_{II}, A_I, A_{II}, d_1 und d_2 sind im Sinne der Abb. 5 aufzufassen und wie unter 1. Die Anblattung angegeben zu berechnen; dabei ist an Stelle von m hier $'m_1$ einzuführen.

Der Abstand des Schwerpunktes der Fläche F_{II} vom Kreismittelpunkt M_1 (Abb. 15) ist nach Gl. 5) und Abb. 16

$$('x) = r_1\,('f_{II}\,'S_{II} - ''f_{II}\,''S_{II}) : ('f_{II} - ''f_{II}).$$

Damit ist $e = x + ('x)$.

Gl. 10) kann nun wieder ausgewertet werden.

Die α-Werte sind für wechselnde Werte von $'m_1$ und m_1 berechnet worden und in der Abb. 17 in Kurvenform (Dpf) dargestellt.

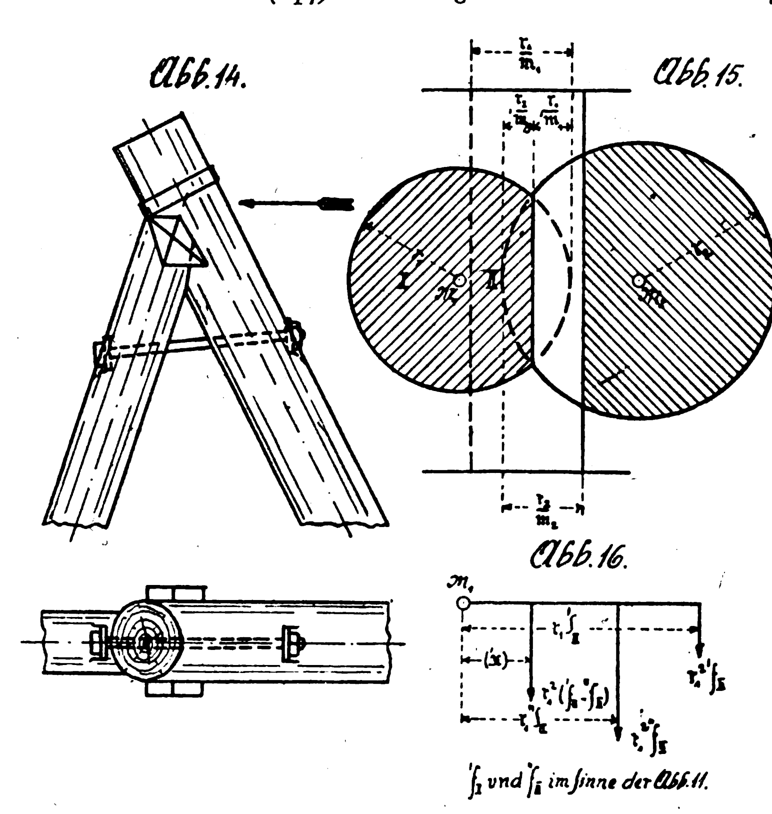
c) Der Zugpfahl.

Für den Zugpfahl treffen die Untersuchungen wie für den Druckpfahl zu. Es ist nur zu beachten, daß der Querschnitt des Zugpfahls um die Fläche, in der der Dübel anliegt, geringer ist als beim Druckpfahl.

Zur Bestimmung von f_I, f_{II}, i_I, i_{II}, S_I, S_{II}, x, A_I und A_{II} ist m_2 an Stelle von m_1 bei der Anblattung zu

setzen. Ferner ist $d_1 = x + \frac{m_2 - 1}{m_2} r_2$, $d_2 = r_2 - x$, $e = x + ('x)$ ähnlich wie beim Druckpfahl.

Die α-Werte für wechselnde $'m_2$ und m_2 sind wieder in der Abb. 17 *(Zpf)* zusammengestellt.



Beispiel für die Anwendung.

Von einem Pfahlbock der Bauweise „Verdübelung mit angeblatteten Pfählen" soll eine Last von 15 t für das laufende Meter aufgenommen werden. Welche Einzelabmessungen sind zu geben?

Hier ist eine gewisse Beschränkung mit Rücksicht auf den Dübel gegeben, dessen Querschnittskanten praktisch nicht viel größer als etwa 30 cm werden können.

a) Bock mit gleich starken Pfählen.

Das Kurvenbild (Abb. 17) läßt erkennen, daß die Schnitte der Kurven D und Zpf ausschlaggebend sind, weil Dpf innerhalb der praktisch möglichen Fälle immer genügend große α-Werte ergibt. m_2 muß zwischen 1 und 1,5 liegen; für kleinere Werte ergeben sich zu geringe α-Werte bei Zpf, für größere Werte zu geringe α-Werte bei D. Der leichteren Uebersicht wegen sind die Schnittpunkte der D und Zpf für eine Anzahl von Werten $'m_2$ zwischen 1 und 1,5 zeichnerisch gemittelt und in die Abbildung der geometrische Ort dieser Punkte in strichpunktierter Linie eingetragen worden. Daraus ergibt sich, daß α einen Größtwert annehmen würde, wenn $'m_1 = 'm_2$ sehr groß wird, d. h. wenn an den Stellen, wo die Druckübertragung stattfindet, also beim Druckpfahl an der Unterseite, beim Zugpfahl an der Oberseite des Dübels eine Anblattung der Pfähle ganz unterbleibt. Der α-Wert würde für D und Zpf nahezu 0,15 sein. Will man auf die Anblattung nicht verzichten, so wäre etwa $'m_2 = 4$ zu wählen, wofür dann $m_2 \sim 1{,}3$, der α-Wert für D und Zpf 0,142, für Dpf 0,212 wird.

Wählt man des Vergleichs wegen wieder die bei der Anblattung festgelegten Pfahlneigungen, dann trifft für das laufende Meter Last auf den Druckpfahl 19,56 t, auf den Zugpfahl 20,55 t.

Der Zugpfahl kann aufnehmen $0{,}142 \cdot \sigma_b \cdot r_2^2 \pi = 0{,}142 \cdot 100 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 \sim 27\,800$ kg. Der Druckpfahl kann aufnehmen $0{,}212 \cdot \sigma_b \cdot r_1^2 \pi = 0{,}212 \cdot 100 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 = 41\,600$ kg.

Der Abstand der Böcke wird $\frac{27{,}8}{20{,}55} \sim 1{,}35$ m. Somit entfällt auf den Druckpfahl $1{,}35 \cdot 19{,}56 = 26{,}4$ t; er wird also bei weitem nicht ausgenutzt.

b) Bock mit verschieden starken Pfählen.

Die Druckübertragungsfläche ist vorstehend stillschweigend nur vom Zugpfahl abhängig gemacht worden. Das konnte geschehen, weil beide Druckübertragungsflächen gleich groß sind, im Zugpfahl aber die größere Kraft zu übertragen ist.

Bei verschieden starken Pfählen werden diese Flächen auch für gleiche m-Werte verschieden groß. Es ist deshalb nun auch die Druckübertragungsfläche des Druckpfahls in Beziehung zu bringen zu dem Druckpfahl. Für den Zugpfahl bleiben die Ausführungen unter a) bestehen. D und Dpf schneiden sich für $m_1 = 1$ etwa bei $'m_1 = 8$; der zugehörende α-Wert ist 0,238. Der erforderliche Pfahldurchmesser wird damit $2\,r = 2 \left(\frac{26\,400}{0{,}238 \cdot 100 \cdot 3{,}14}\right)^{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 18{,}8 \sim 38$ cm.

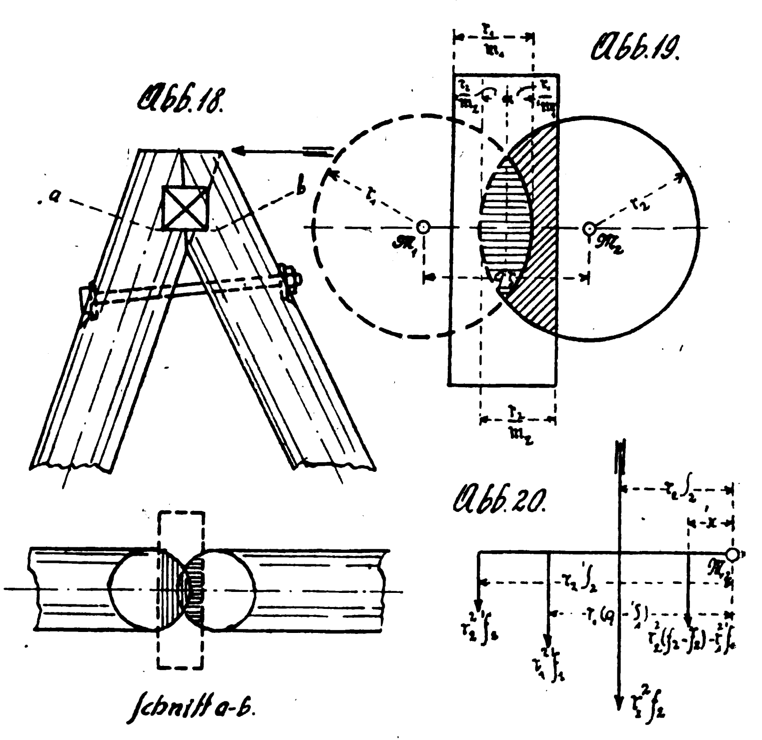
B) Der Druckpfahl liegt in einer Aushöhlung des Zugpfahls.

Wie der Schnitt $a - b$ der Abb. 18 zeigt, sind die Anliegeflächen des Dübels an dem Druckpfahl einerseits und dem Zugpfahl andererseits von verschiedener Form. Die Untersuchung muß daher für jeden der beiden Pfähle besonders durchgeführt werden.

a) Der Druckpfahl.

α) Die Druckübertragung.

Diese erfolgt in einem Kreisabschnitt, dessen Pfeilhöhe $\frac{r_1}{m_1}$ ist (Abb. 19). Nach den Ausführungen beim Versatz ist der Inhalt eines solchen Abschnitts $r_1^2\,'f_{II}$.



Es kann somit eine Kraft übertragen werden
$P = \sigma_d\, r_1^2\,'f_{II} = \frac{1}{2}\,\sigma_b\, r_1^2\,'f_{II} = \alpha\,\sigma_b\, r_1^2\,\pi$.

Die α-Werte sind für wechselnde Werte von m_1 in der Abb. 21 dargestellt (D gestrichelt).

β) Der Pfahl.

Das Widerstandsmoment des Querschnitts (volle Kreisfläche) ist $W = \frac{1}{4} r_1^3 \pi$.

Der Abstand des Schwerpunkts des durch die Sehne mit dem Pfeile $\frac{r_1}{m_1}$ gebildeten Kreisabschnitts vom Kreismittelpunkt (s. unter 2 b), d. i. der Abstand des Kraftangriffs vom Schwerpunkt des Pfahlquerschnitts, ist $e = r_1 \, 'S_{II}$.

Der Abstand der äußersten Fasern vom Schwerpunkt des Pfahlquerschnitts ist für beide Randspannungen r_1.

$\frac{r_1}{'m_1}$ bestimmten Kreisabschnitte bzw. $r_2^2 f_2$, $r_2^2 \, 'f_2$ und $r_1^2 \, 'f_1$.

Der Inhalt der Anliegefläche zwischen Zugpfahl und Dübel ist also $r_2^2 (f_2 - 'f_2) - r_1^2 \cdot 'f_1$. Es kann somit eine Kraft übertragen werden $P = \sigma_d [r_2^2 (f_2 - 'f_2) - r_1^2 \cdot 'f_1]$ $= \frac{1}{2} \sigma_b \left[r_2^2 (f_2 - 'f_2) - r_1^2 \cdot 'f_1 \right] = \alpha \, \sigma_b \, r_2^2 \, \pi$.

Für gleichstarke Pfähle sind die α-Werte für wechselnde Werte von $'m_1 = 'm_2$ und m_2 wieder berechnet worden und in Kurvenform (*D* gestrichelt) in der Abb. 22 dargestellt.

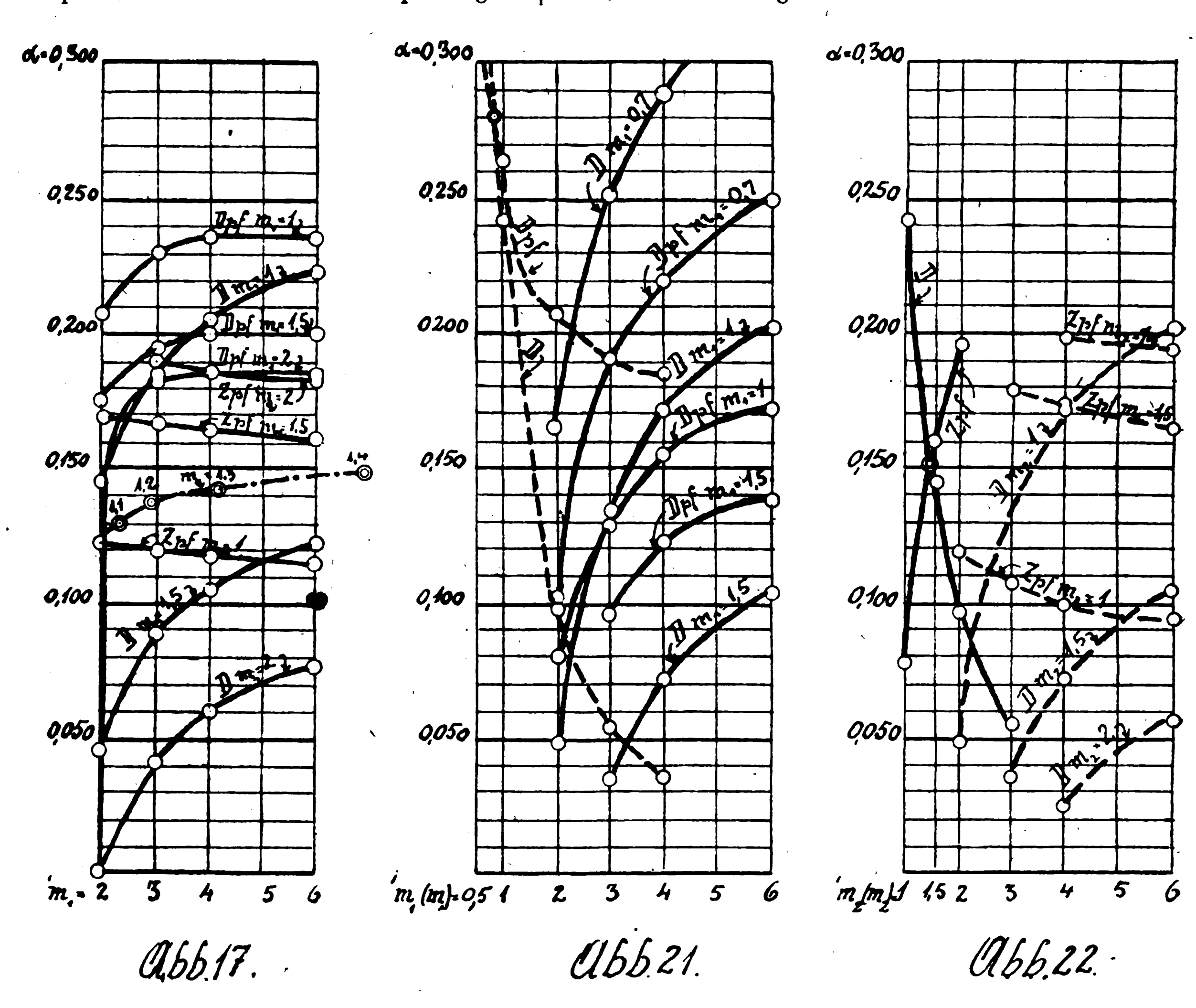


Abb. 17. Abb. 21. Abb. 22.

Die allgemeine Gl. 2) nimmt hier folgende Form an:

$$P = \frac{\sigma_b}{\frac{\beta}{r_1^2 \pi} \pm \frac{r_1 \, 'S_{II}}{\frac{1}{4} r_1^3 \pi}} = \frac{\sigma_b \, r_1^2 \, \pi}{\beta \pm 4 \, 'S_{II}} = \alpha \, \sigma_b \, r_1^2 \, \pi.$$

Die α-Werte sind für wechselnde Werte von m_1 in der Abb. 21 dargestellt (*Dpf* gestrichelt).

b) Der Zugpfahl.

Der Zugpfahl verliert durch die Aushöhlung einen Teil seines ursprünglichen Querschnitts (in der Abb. 19 durch wagrechte Strichlage gekennzeichnet). Dübel und Pfahl liegen in der mit schräger Strichlage bezeichneten Fläche aneinander. Der übrige, weiß gelassene Teil der Kreisfläche vom Halbmesser r_2 bleibt zur Aufnahme der Zug- und Biegungsspannungen.

α) Die Druckübertragung.

Mit den Bezeichnungen der Abb. 19 und nach früherem ist der Inhalt der durch die Werte $\frac{r_2}{m_2}$, $\frac{r_2}{'m_2}$ und

β) Der Pfahl.

Die Werte f_I, f_{II}, i_I, i_{II}, S_I, S_{II}, x, A_I, A_{II}, d_1 und d_2 können nach den Angaben bei der Anblattung bestimmt werden, wenn dort überall für m hier der Wert m_2 gesetzt wird.

Aus Abb. 20 erhält man als Abstand des Schwerpunktes der plankonkaven Fläche von M_2:

$'x = [r_2^2 f_2 S_2 - r_2^2 \, 'f_2 \, 'S_2 - r_1^2 \, 'f_1 (q - 'S_1)] : [r_2^2 (f_2 - 'f_2) - r_1^2 \, 'f_1]$.

f_2, $'f_2$, $'f_1$, S_2, $'S_2$ und $'S_1$ sind nach den Ausführungen beim Versatz zu berechnen.

$$q = 1 + p \, \frac{'m_2 - 1}{'m_2} - \frac{1}{'m_1}.$$

$$e = x + 'x.$$

Die α-Werte für $p = 1$ und wechselnde Werte von m_2 und $'m_2$ sind in der üblichen Weise in der Abb. 22 dargestellt (*Zpf* gestrichelt).

Die Kurvendarstellungen zeigen, daß für den Druckpfahl die Verhältnisse sehr günstig sind. *D* und *Dpf* schneiden sich für $m_1 = 0{,}8$ und ergeben dort den α-Wert 0,280. Dagegen werden die Verhältnisse für den

Zugpfahl besonders ungünstig. Dazu kommt noch folgender Umstand: Ueber dem Dübel muß zur Aufnahme der Scherkräfte eine entsprechend große Fläche verbleiben; infolge der Aushöhlung wird die Größe dieser Fläche jedoch so sehr beschnitten, daß sie in den praktisch vorkommenden Fällen nicht mehr ausreicht. Dies führt dazu, die Aushöhlung nicht dorthin zu verlegen, wo sie nachteilig wirkt, sondern dorthin, wo sie unschädlich ist. Mit anderen Worten, es ist vorteilhafter, den Druckpfahl auszuhöhlen und den Zugpfahl nur durch den Einschnitt für den Dübel zu schwächen, im übrigen aber voll durchgehen zu lassen.

C. Der Zugpfahl liegt in einer Aushöhlung des Druckpfahls.

a) Der Druckpfahl.

α) Die Druckübertragungsfläche.

Die Verhältnisse liegen ebenso wie unter B. für die Druckübertragungsfläche beim Zugpfahl (b) α)) angegeben. Die in Abb. 22 angegebenen α-Werte können einfach nach Abb. 21 übertragen werden (D ausgezogen).

β) Der Pfahl.

Für die Bestimmung des Trägheitsmoments der Querschnittsform soll eine Vereinfachung in der Weise herbeigeführt werden, daß man den Querschnitt als volle Kreisfläche weniger einem Kreisabschnitt auffäßt, dessen Sehne den Abstand $r_1 - \frac{3}{4}\left(\frac{r_1}{'m_1} + \frac{r_2}{'m_2}\right)$ vom Mittelpunkt hat.

$$f_I + f_{II} = \pi - ('f_1 + 'f_2).$$

i_I, i_{II}, A_I, A_{II} können, wie bei der Anblattung angegeben, berechnet werden, für $'x$ gelten die Ausführungen unter B. b) β).

$x = ['f_2\,'S_2 + 'f_1\,'S_1]\, r_1 : [\pi - ('f_2 + 'f_1)]$ ist der Abstand des Schwerpunkts des Querschnitts vom Kreismittelpunkt.

$$d_1 = x + r_1 - \frac{r_1}{'m_1};\quad d_2 = r_1 - x;\quad e = x + 'x.$$

Die α-Werte für wechselnde Werte von m_1 und $'m_1$ sind wieder berechnet worden und in der Abb. 21 dargestellt (Dpf ausgezogen).

b) Der Zugpfahl.

α) Die Druckübertragungsfläche.

Hier gelten die Ausführungen unter B. a) α), wobei für m_1 hier m_2 zu setzen ist. Die α-Werte für D (ausgezogen) in der Abb. 22 sind der Abb. 21 entnommen.

β) Der Pfahl.

Die Werte f_I, f_{II}, i_I, i_{II}, A_I, A_{II}, x, d_1 und d_2 sind nach den Ausführungen bei der Anblattung zu berechnen, wobei an Stelle von m hier m_2 zu setzen ist.

$$d_1 = x + \frac{r_2}{m_2}\left(m_2 - 1\right);\quad d_2 = r_2 - x;\quad e = r_2 S_2 + x,$$

wobei $r_2 S_2$, der Abstand des Schwerpunktes der Druckübertragungsfläche vom Kreismittelpunkt, in der früher angegebenen Weise zu ermitteln ist.

Für wechselnde Werte von m_2 sind die α-Werte wieder berechnet und in der Abb. 22 zur Darstellung gebracht (Zpf ausgezogen).

Beispiel für die Anwendung.

Eine wagrechte Last von 15 t/lfd. m eines Bauwerks soll durch Pfahlböcke von der Bauart „Verdübelung mit ausgehöhltem Druckpfahl" aufgenommen werden. Wie sind die Böcke auszubilden?

Die Neigungen der Pfähle sollen des Vergleichs wegen wie bei der Anblattung gewählt werden. Der Druckpfahl erhält also die Neigung 3 : 1 und muß 19,56 t/lfd. m Druckkraft aufnehmen; für den Zugpfahl sind die betreffenden Werte $\sim$ 2 : 1 bzw. 20,55 t/lfd. m Zug.

a) Bock mit gleichstarken Pfählen.

Das Kurvenbild Abb. 22 zeigt, daß für den Zugpfahl die günstigsten Verhältnisse mit $m_2 \sim 1{,}5$ erreicht werden; dafür ist $\alpha = 0{,}150$. Bei einem Durchmesser von 50 cm kann also eine Zugkraft aufgenommen werden von $0{,}15 \cdot \sigma_b\, r_2^2\, \pi = 29\,450$ kg. Der Abstand der Böcke bemißt sich danach zu $29{,}45 : 20{,}55 = 1{,}43 \sim 1{,}40$ m.

Auf den Druckpfahl entfällt somit $19{,}56 \cdot 1{,}4 \sim 27\,400$ t.

Aus der Abb. 21 geht hervor, daß die dem Druckpfahl zuzuweisende Last um so größer wird, je kleiner m_1 und je größer $'m_1$ wird. Die Größe dieser Werte ist jedoch begrenzt durch die größte mögliche Breitenabmessung im Querschnitt des Dübels. Setzt man diese mit etwa 30 cm fest, dann muß

$$30 \gtreqless r_1\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} - \frac{2}{'m_1}\right) = 25\left(\frac{1}{1{,}5} + \frac{1}{m_1} - \frac{2}{'m_1}\right).$$

Mit $m_1 = 0{,}7$ erhält man $'m_1 \gtreqless 2{,}24$. Man hat also ziemliche Freiheit bei der Wahl von $'m_1$. Für $'m_1 = 6$ ist $\alpha = 0{,}25$.

Der Druckpfahl kann also eine Druckkraft aufnehmen von $0{,}25 \cdot \sigma_b \cdot r_1^2\, \pi \sim 49\,000$ kg, während auf ihn bei einem Abstand der Böcke von 1,40 m nur 27 400 kg treffen. Es liegt also nahe, dem Druckpfahl einen geringeren Durchmesser zu geben. Ueberschlägig ergibt sich dieser aus

$$0{,}25 \cdot \sigma_b\, r_1^2\, \pi = 27\,400 \text{ zu rd. } 37 \text{ cm}.$$

b) Bock mit verschieden starken Pfählen.

Wie zu erwarten und auch aus den Kurvenbildern zu ersehen ist, wird der Einfluß von $'m_1$ und $'m_2$ verhältnismäßig gering gegenüber dem von m_1 und m_2. Angenähert lassen sich also die Kurvenbilder auch für Pfähle verschiedenen Durchmessers benutzen.

Behält man $m_1 = 0{,}7$ und $'m_1 = 6$ bei, dann wird für $r_1 = 18{,}5$ cm $'m_2 \sim 11{,}5$, was aus den Werten r_1, r_2 und $'m_1$ zu berechnen ist.

Eine genaue Berechnung der α-Werte mittels der vorstehend angegebenen Werte ist ohne weiteres möglich.

Der Vorteil dieser Bauweise liegt darin, daß sie es ermöglicht, die Exzentrizität des Lastangriffs beim Druckpfahl auf ein geringes Maß zu beschränken. Ordnet man statt des einen, kräftigen Zugpfahls zwei von geringerem Durchmesser an, je einen beiderseits des Druckpfahls, so kann man diesen schließlich ganz zentrisch belasten und braucht auch den Querschnitt nicht zu vermindern. Die Einzelheiten ergeben sich leicht aus den bisherigen Ausführungen.

Bei der Verdübelung ist wie beim Versatz darauf zu achten, daß der Zugpfahl den Druckpfahl um ein Mindestmaß überragen muß zur Aufnahme der Scherkraft. Die Angaben beim Versatz finden hier entsprechende Anwendung.

4. Vereinigungen der bisher behandelten Bauweisen.

Eine Vereinigung der Anblattung mit dem Versatz oder mit der Verdübelung ist gegeben, wenn bei diesen Bauweisen die Ringe oder Bolzen so fest sitzen, daß Reibungen in den Berührungsflächen der Pfähle hervorgerufen werden können. Ohne nennenswerten Mehraufwand ergibt sich damit eine größere Gewähr für die Sicherheit der Bauwerke.

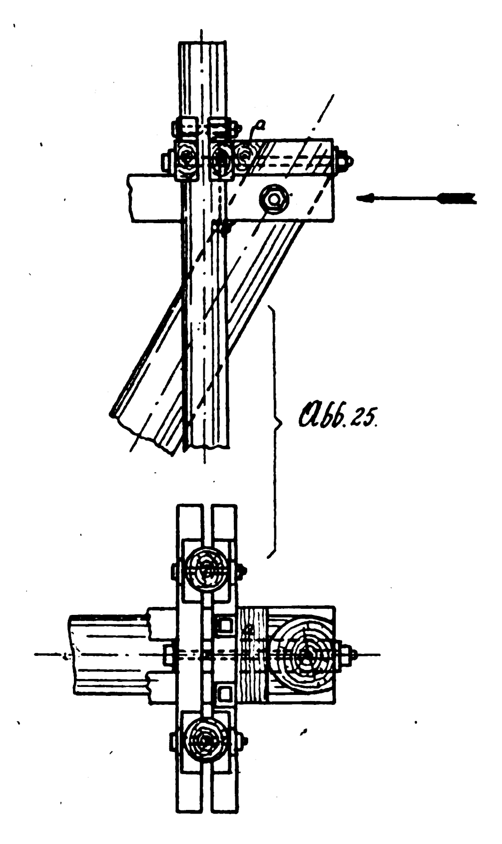
Stattet man, wie es geschieht, den Versatzbock auch noch mit einem Dübel aus und zieht den Ring entsprechend stramm auf, dann ergibt sich sogar eine Vereinigung der drei verschiedenen Bauweisen. Um eine ausreichende Scherfläche zur Verfügung zu haben, muß der Dübel tiefer in den Zugpfahl eingreifen, als der Versatz, so daß dadurch der Pfahlquerschnitt noch mehr verringert

wird, als durch den Versatz allein. Als Vorteil kann die mehrfache Sicherung des Kopfverbandes gelten; ob dieser die Aufwendung der höheren Kosten rechtfertigt, muß dahingestellt bleiben.

5. Symmetrischer Kopfverband.

Wie schon betont wurde, ist der Mangel der geringen Ausnutzbarkeit des Baustoffes bei den vorher behandelten Bauweisen in der Schwächung der Pfähle für den Verband und in dem exzentrischen Angriff der Kräfte zu suchen. Von diesen Gesichtspunkten ist auszugehen, wenn Verbesserungen angestrebt werden.

Einen Pfahlbock mit ausschließlich zentrischem Angriff der Kräfte hat Geheimrat Arnold-Hannover in seinen im Wasserbau abgehaltenen Uebungen entwerfen lassen; er ist in der Abb. 25 dargestellt. Die gemeinsame



Wirkung der drei Pfähle wird durch ein den Druckpfahl umfassendes Zangenpaar und zwei senkrecht zu diesen verlaufende, in die Zugpfähle eingreifende Holme, die den Druck durch Hartholzkeile auf die Zugpfähle übertragen, bewirkt. Die paarweise Anordnung der genannten Teile hat lediglich achsiale Beanspruchungen zur Folge.

a) Druckübertragung in den Hirnholzflächen.

Nach Abb. 26 erhält man als Größe der von den Hirnholzflächen aufnehmbaren Kraft

$P = 2\,\sigma_d\,r_1^2 \cdot f_I = \sigma_b\,r_1^2\,f_I = \alpha\,\sigma_b\,r_1^2\,\pi$, wobei nach früherem

$$f_I = \frac{1}{m_1^2}\left[m_1\sqrt{\frac{1}{3}\,(6\,m_1+1)} - (m_1-1)\sqrt{2\,m_1-1}\right].$$

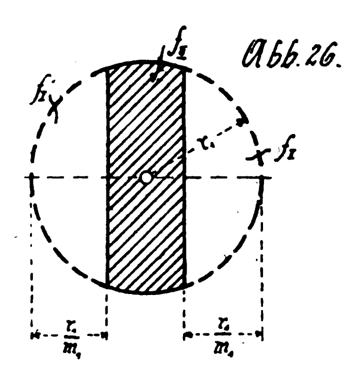
b) Der Druckpfahl.

Dieser kann die Kraft $P = \sigma_d\,r_1^2\,\pi$ aufnehmen, wenn statt der Zangen eine einzige Querschwelle angeordnet wird. In diesem Falle wäre der Druckpfahl in der Höhe der Unterkante Schwelle abzuschneiden. Damit würde eine bessere Verbolzung der beiden Holme des Zugpfahls möglich werden, wenn auch auf die nicht durchaus nötige Längsverbindung der Holme mit den Zangen des Druckpfahls verzichtet werden müßte. Behält man aber das letztgenannte Zangenpaar bei, dann kann der Druckpfahl nur die Kraft aufnehmen, die sich aus der Größe der Hirnholzflächen ergibt.

c) Die Zugpfähle.

Da $f_{II} = r_1^2\,\pi - 2\,r_1^2\,f_I$, kann jeder der beiden Pfähle eine Zugkraft aufnehmen von $P = \sigma_z\,r_1^2\,(\pi - 2\,f_I) = \alpha\,\sigma_b\,r_1^2\,\pi$. Durch Gleichsetzung der Werte α aus a) und c) erhält man f_I und hieraus durch Auftragung der α-Kurven mit f_I als Abszissen, α als Ordinaten den Schnittpunkt der α-Kurven für a) und b). Der gemeinsame α-Wert wird 0,380; er ergibt sich für $m_1 = 1{,}225$, d. h. die Zangen müssen rd. 0,8 r_1 in den Zugpfahl eingreifen.

Die beiden Zugpfähle können dann zusammen eine Zugkraft aufnehmen von $2 \cdot 0{,}38 \cdot r_1^2\,\pi \cdot 100 = 76\,r_1^2\,\pi^{\,kg}$.



Beispiel für die Anwendung.

Ein Pfahlbock mit symmetrischem Kopfverband soll eine wagrechte Last von 15 t/lfd. m eines Bauwerks aufnehmen. Wie ist er auszubilden?

Des Vergleiches wegen sollen wie bei den übrigen Beispielen die Neigungen 3 : 1 beim Druckpfahl, ~ 2 : 1 bei den Zugpfählen sein, so daß auf die Pfähle 19,56 t/lfd. m bzw. 20,55 t/lfd. m treffen.

Gibt man den Zugpfählen einen Durchmesser von 30 cm und wählt den günstigsten Wert $m_1 = 1{,}225$, dann können die Pfähle zusammen einen Zug von $76 \cdot 15^2 \cdot 3{,}14 \sim 53\,800$ kg aufnehmen. Unter der Voraussetzung, daß jeder der beiden Zugpfähle 53 800 : 2 = 26 900 kg Zug aufnehmen kann mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit, würde sich als Abstand der Böcke 53,8 : 20,55 ~ 2,60 m ergeben.

Der Druckpfahl muß dann $2{,}6 \cdot 19{,}56 \sim 51\,000$ kg aufnehmen. Dem entspräche für die Hamburger Verhältnisse ein Pfahl von etwa 50 cm Durchmesser, wenn man nur eine Querschwelle über dem Pfahl anordnet. Sollte aber ein Zangenpaar vorgezogen werden, das man beiderseits des Pfahles bis auf 1/3 Durchmesser eingreifen läßt, dann könnte der Pfahl eine Kraft aufnehmen von

$$0{,}288 \cdot 100 \cdot 25^2 \cdot 3{,}14 \sim 56\,600^{\,kg}.$$

Dies würde die Tragfähigkeit überschreiten, so daß also diese ausschlaggebend wird und der Bockabstand von 2,60 m maßgebend bleibt.

Wie man sieht, können bei dieser Bauweise die Pfähle voll ausgenutzt werden innerhalb der Grenzen ihrer Tragfähigkeit.

Die Länge der erforderlichen Scherflächen für die Zugpfähle ist wie beim Versatz angegeben zu berechnen. Von jeder der vier Scherflächen ist aufzunehmen $\frac{1}{4}P = 53\,800 : 4 = 13\,450^{\,kg}$. Die Länge der Scherflächen wird

$$l_{min} = P : \frac{2\,r}{m_1}\sqrt{2\,m_1 - 1} \cdot \sigma_s = \frac{13\,450 \cdot 1{,}225}{30 \cdot \sqrt{1{,}450} \cdot 10} \sim 47^{\,cm}.$$

Die vorstehenden Untersuchungen zeigen, von welch großer Bedeutung die richtige Bearbeitung der Köpfe der Rammpfähle für die Ausnutzung des Baustoffs ist. Der gerammte Pfahl hat in der Regel eine Tragfähigkeit, die viel geringer ist, als die Last, die er mit Rücksicht auf die Festigkeitseigenschaften seines Baustoffs aufzunehmen vermöchte. Die hiermit gezogene Grenze der zulässigen Belastung eben zu erreichen, muß das Ziel einer wirtschaftlichen Bauweise sein. Mehr denn je sind wir heute und in den kommenden Zeiten gezwungen, unsere technischen Werke mit dem Stempel der äußersten Ausnutzung der zu verwendenden Baustoffe zu versehen.

Was im besonderen die Pfahlböcke anbelangt, so ergibt sich aus den Untersuchungen, daß wir mit den Bauweisen Anblattung, Versatz, Verdübelung und mit ähnlichen von der eben gekennzeichneten Richtung abgekommen sind. Die Bearbeitung der Pfahlköpfe für die Herstellung des Verbandes kann natürlich nicht umgangen werden; es ist aber möglich, sie in solchen Grenzen zu halten, daß die Tragfähigkeit der Pfähle ausgenutzt wird. Dazu ist aber auch ferner nötig, den exzentrischen Kraftangriff zu vermeiden Das erfordert freilich den Entschluß, die vorgenannten Bauweisen ganz aufzugeben und allein solche mit symmetrischem Kopfverband zu entwerfen und auszuführen. Ein solcher Entschluß mag dort schwer sein, wo es gilt, Altbewährtes lediglich wirtschaftlicher Vorteile wegen zu verlassen. Die Zeit, in der wir leben, zwingt aber überall dazu.

Preisermittelung von Beton- und Eisenbetonbauten in mathematischer Form.

Von Dr.-Ing. Paul Müller (Dortmund).

Der nach Friedensschluß in vielleicht noch stärkerem Maße wie vor dem Kriege auf allen Gebieten einsetzende Wirtschaftskampf wird auch die Unternehmer im Betongewerbe zwingen, ihren Preisberechnungen wieder die allergrößte Sorgfalt zu widmen. Und zwar wird es in vielen Fällen nicht ganz leicht sein, von den durch die Kriegsmaßnahmen bedingten Verhältnissen, bei denen oft jeder Maßstab nach oben verloren ging, zu sicheren Grundlagen, auf denen allein eine gesunde Preispolitik fußen kann, zurückzukehren. Es soll daher der Zweck dieser Abhandlung sein, in einwandfreier, mathematischer Form einen Weg zu zeigen, auf dem eine rasche und genaue Ermittelung der Selbstkosten und Angebotspreise für Beton- und Eisenbetonbauten möglich ist.

Man wird mir vielleicht den Vorwurf machen, leichtsinnig dadurch zu handeln, daß ich diese mehr oder weniger intimen Dinge eines jeden Unternehmers preisgebe; allein, ich bin mir vollauf bewußt, daß mit dem Schema allein, ohne die jahrelange Erfahrung, die durch sorgfältige Nachkalkulation im Betriebe gesammelt ist, nichts geleistet werden kann. Ich würde es aber freudig begrüßen, wenn vorliegende Arbeit insofern Nutzen schafft, als durch sie der unsinnigen Preistreiberei nach unten, wie sie vor dem Kriege bestanden hat und wieder zu erwarten ist, begegnet wird.

Die vom Bauherrn ausgeschriebenen Bauobjekte bzw. die Vorschläge der Unternehmerfirmen zerfallen hinsichtlich ihrer Herstellungskosten stets in eine Anzahl von Positionen, die in einem Kostenanschlag zusammengefaßt sind. Der Endzweck einer jeden Preisermittelung läuft daher darauf hinaus, Einheitspreise für diese Einzelpositionen festzusetzen, die mit den Vordersätzen, d. h. den Massen multipliziert und zu einer Summe zusammengezogen, den Gesamtangebotspreis, d. h. die Herstellungskosten des Bauwerks ergeben. Die eine Vorbedingung für eine richtige Kalkulation besteht demnach zunächst in der eingehenden, einwandfreien Ermittelung der im Bauwerk enthaltenen Massen, und zwar getrennt nach den einzelnen Baustoffen, die mit dem Bauwerke in feste Verbindung gebracht werden und nach den sog. Hilfsmaterialien. Diese Massenermittelung wird für eine jede einzelne Position des Kostenanschlages getrennt durchgeführt und zum Zwecke einer raschen Preisfestsetzung auf die Maßeinheit des Vordersatzes bezogen. Ich will hierbei nochmals ausdrücklich feststellen, daß diese Massenberechnung in allen ihren Einzelheiten äußerste Genauigkeit aufweisen muß. Der entwerfende Ingenieur ist in der Lage, diesen einen Faktor des Produktes, welcher die Kosten angibt, rechnerisch genau festzulegen und muß diesen Umstand um so mehr beachten, als der andere Faktor, der Einheitspreis, seinerseits eine Funktion mehrerer Variabeln ist, die sich nicht völlig erfassen lassen. Es wäre durchaus falsch, etwa mit Rücksicht auf letzteren Umstand nun auch die Massenermittelung flüchtig vorzunehmen. Ein um so ungenaueres Endergebnis wäre die Folge.

Sind die Vorarbeiten zur Massenberechnung, nämlich die statische Untersuchung und die Massenermittelung selbst, erledigt, beginnt die eigentliche Kalkulation. Hierfür läßt sich, wie ich im folgenden beweisen werde, ein ganz einheitliches Schema aufstellen, an Hand dessen ein sog. „Verkalkulieren" bei einiger Aufmerksamkeit ausgeschlossen ist.

Das Schema zur Preisermittelung zerfällt in sechs große Unterabteilungen, nämlich in:

A) die Preise der Rohstoffe, die mit dem Bauwerk in feste Verbindung kommen,

B) die Preise der Hilfsbaustoffe, im vorliegenden Falle bei Beton- und Eisenbetonbauten in der Hauptsache Holz,

C) die Ermittelung der Abschreibungswerte der Hilfsbaustoffe unter B),

D) die Festsetzung der Einheitspreise der einzelnen Positionen, soweit sich diese auf die reinen Selbstkosten, d. h. die Kosten, die unmittelbar durch die Herstellung dieser Bauwerksteile bedingt werden, beziehen,

E) die Ermittelung der besonderen Unkosten, hervorgerufen durch den Baustellenbetrieb, und

F) die Ermittelung des Zuschlagkoeffizienten, der außer den Kosten unter E) noch die Generalunkosten des Betriebes sowie den Unternehmergewinn enthält; die Multiplikation der Einheitspreise unter D) mit diesem Koeffizienten ergibt alsdann die Angebotswerte.

Bezeichne ich die Summe der reinen Selbstkosten unter D), d. h. die Preise der Hauptbaustoffe, die Abschreibungswerte der Hilfsbaustoffe und die auf die einzelnen Bauteile unmittelbar entfallenden Löhne mit Σ [1 unter D], den Zuschlagkoeffizienten unter F) mit ξ und den Angebotseinheitspreis mit K, so muß sein:

$$K = \xi \cdot \Sigma \text{ [1 unter D]}.$$

Der Koeffizient ξ zerfällt wieder in drei Faktoren ζ, η und ϑ, von denen ζ den Anteil der besonderen Unkosten unter E), η den der Generalunkosten und ϑ den Unternehmergewinn bedeutet.

In mathematischer Form läßt sich demnach schreiben

$$\zeta = 1 + \frac{\Sigma\,(E)}{\Sigma\,(D)}; \quad \eta = \frac{\Sigma\,(F)}{\Sigma\,(D+E)} + 1;$$

$$\vartheta = \frac{G}{\Sigma\,(D + E + F)} + 1,$$

worin $\Sigma\,(E)$ die Summe der besonderen Unkosten auf der Baustelle, $\Sigma\,(F)$ die der Generalunkosten und G den Unternehmergewinn darstellt.

Allgemein ist demnach:

$$K = \Sigma\,[1 \text{ unter D}] \left[\frac{\Sigma\,(E)}{\Sigma\,(D)} + 1\right]\left[\frac{\Sigma\,(F)}{\Sigma\,(D+E)} + 1\right]\left[\frac{G}{\Sigma\,(D+E+F)} + 1\right].$$

Als Kontrolle bei dieser Rechnung kann man den Umstand benutzen, daß die Summe der Massen des Kostenanschlages jeweils multipliziert mit der Σ [1 unter D] und insgesamt multipliziert mit ξ gleich der Summe unter D) plus der unter E) plus der unter F) plus dem Unternehmergewinn sein muß oder als Formel

$$\Sigma\,[1 \text{ unter D}] \cdot \xi = \Sigma\,(D) + \Sigma\,(E) + \Sigma\,(F) + G.$$

Erläuterung der Unterabteilungen A) bis F).

Unter A) werden zunächst die Preise der Rohmaterialien, nämlich Zement, Traß, Kiessand, Schotter bzw. Splitt oder der sonstigen Zuschlagstoffe sowie Rundeisen, alles frei Stapelplätze auf der Baustelle errechnet. Diese Werte lassen sich bis auf die Streuverluste, deren Höhe ziffernmäßig von Fall zu Fall aus Erfahrungssätzen entnommen werden muß, genau festlegen.

Im Anschluß hieran folgt unter A') die Kostenermittelung für die verschiedenen Betonmischungen, und zwar bietet meines Erachtens die Berechnung der erforderlichen Zement- bzw. Traßmenge nach Raummassen gegenüber der Gewichtsmischung den Vorteil, daß der voraussichtliche Einstampfungskoeffizient, welcher von der Beschaffenheit des Zuschlagstoffes abhängt, besser berücksichtigt werden kann. So wird z. B. ein im richtigen Verhältnis von Sand von 0 bis 7 mm Korngröße und Steinen von 7 bis 35 mm Korngröße gemischtes (etwa 50 % Sand und etwa 50 % Steine enthaltendes) Kiessandmaterial bedeutend weniger Einstampfung zeigen, als ein feiner Kiessand, dem zur Erreichung der erforderlichen Festigkeit Steine in Form von Splitt, Schotter oder dergleichen beigemischt werden müssen. Unter B) folgt in gleicher Weise, wie oben die Ermittelung der Holzpreise, und zwar ebenfalls frei Stapelplätze auf der Baustelle; diese Zahlen stehen wieder ganz einwandfrei fest bzw. sie lassen sich für eine jede Preisermittelung vorher bindend einholen.

Größeren Spielraum bietet die nächste Unterabteilung C), die Höhe der für 1 qm einzuschalenden Betonfläche aufzuwendenden Schalungsabschreibung. Hier muß der Prozentsatz für Verschnitt beim Ein- sowie für Verlust beim Ausschalen von Fall zu Fall aus Erfahrungswerten bestimmt und gegebenenfalls bei Bauwerken mit den verschiedensten Bauteilen, welche voneinander abweichende Verschnitt- und Verlustzahlen bedingen, ein Mittelwert errechnet werden.

Der Schalungsabschreibung ist die allergrößte Bedeutung beizulegen, weil, wie ein Blick in die Zahlenrechnung ergibt, ihr Einfluß auf die Selbstkosten außerordentlich groß ist. Andererseits gebe ich gern zu, daß die genaue Festsetzung der Verlust- und Verschnittziffern nicht leicht und nur auf Grund langjähriger genauer Nachkalkulationen möglich ist.

Die Werte für Nägel und Bindedraht werden zweckmäßig auf 1 qm Schalung, die für Klammern auf 1 m Kantholz und die für Keile auf 1 m Rundholz bezogen.

Mehr als dreimalige Schalungsverwendung wird nur in den seltensten Fällen möglich sein. Außerdem ermäßigt sich die Abschreibungszahl dann nur unbedeutend, da bei mehr als dreimaliger Verwendung die Verlust- und Verschnittzahlen sehr hoch eingesetzt werden müssen.

Die Ermittelung der reinen Selbstkosten der einzelnen Positionen enthält die Unterabteilung D). Unter den reinen Selbstkosten verstehe ich die erforderlichen Hauptmaterialien sowie die Abschreibung für die Hilfsbaustoffe nebst den aufzuwendenden Löhnen.

Zur Ermittelung der gesamten reinen Selbstkosten werden die Vordersätze mit den Σ [1 unter D] multipliziert und addiert. Desgleichen werden auf diese Weise die gesamten Löhne, Beton- und Eisenmengen berechnet, die das Bauwerk erfordert.

Es folgt unter E) die Zusammenstellung der durch den örtlichen Baustellenbetrieb verursachten besonderen Unkosten. Diese zerfallen, wie aus dem Schema ersichtlich ist, in sechs Unterabteilungen und sind in erster Linie von der Bauzeit abhängig. Die richtige Schätzung der voraussichtlichen Bauzeit ist somit Grundbedingung für ein der Wirklichkeit entsprechendes Ergebnis der Summe unter E).

Im einzelnen ist zu den Unterabteilungen nicht viel zu erläutern. Voraussetzung für I), II) und III) ist ein ordnungsmäßig geführtes Maschinen- und Geräteverzeichnis, am besten in Form einer Kartothek, aus der jederzeit ersichtlich ist, wie hoch die einzelnen Baumaschinen und Großgeräte zu Buche stehen, welche Maschinen für eine neue Baustelle frei sind und wo sie sich befinden. Die Höhe der Abschreibung bleibt von Fall zu Fall dem kalkulierenden Ingenieur überlassen. Normalerweise werden etwa 20—25 % abgeschrieben, so daß die Maschinen in 5 bzw. 4 Jahren amortisiert sind. Der Prozentsatz für die erforderlichen Reparaturen der Maschinen und Großgeräte ist eine Erfahrungssache, und es läßt sich hierüber keine allgemeine Angabe machen. Aus einem richtig geführten Maschinen- und Geräteverzeichnis läßt sich indessen nach einer Reihe von Jahren ein einwandfreier Mittelwert für die erforderlichen Reparaturen einer jeden Maschine ermitteln, und zwar werden diese Prozentzahlen am praktischsten auf den Neuwert und nicht den Buchwert bezogen, weil letzterer sich von Jahr zu Jahr ändert.

Eine Rubrik hinter den Maschinen und Großgeräten gibt an, welche Tonnenzahl beim Versand für die Frachtberechnung in Ansatz zu bringen ist. Man hat auf diese Weise sofort einen genauen Ueberblick, welche Frachten in der Unterabteilung unter E) einzusetzen sind.

Die auf der Baustelle zu errichtenden Bureauräume, Arbeiterunterkunftsbuden, Magazine, Zementschuppen, Aborte ev. Schlafbaracken und Küchen richten sich ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Es läßt sich daher hier nichts Allgemeines darüber mitteilen. In den meisten Fällen dürften Bureauräume, Arbeiterbuden, Magazine für Zemente und Geräte sowie Aborte erforderlich sein. Arbeiterschlaf- und Wohnbaracken sowie Küchen werden nach Friedensschluß weniger in Frage kommen. Die in den restlichen Unterabteilungen unter E) angeführten besonderen Unkosten lassen sich ziemlich genau feststellen. Sie enthalten meines Erachtens alles, was überhaupt in Frage kommt. Erwähnen will ich noch, daß die Arbeiterversicherungen nach dem heutigen Stande unserer Versicherungstechnik etwa 5 % der Lohnsumme, soweit der Beitrag vom Unternehmer zu tragen ist, ausmachen.

Die Schlußsumme E) ergibt nun unmittelbar den Koeffizienten ζ, d. h. den Prozentsatz, den die allgemeinen Unkosten im Verhältnis zu den reinen Selbstkosten Σ [1 unter D] ergeben, nämlich

$$\zeta = \frac{\Sigma\,(E)}{\Sigma\,(D)} + 1.$$

Die nächste Hauptabteilung F) soll den gesamten Zuschlagkoeffizienten ξ bringen, der außer ζ noch den Wert η (Generalien) und den Unternehmergewinn G enthält. Die Generalunkosten werden auf die reinen Selbstkosten plus den allgemeinen Unkosten bezogen und umfassen: Bureaumiete bzw. Abschreibung der Bureaubauten,

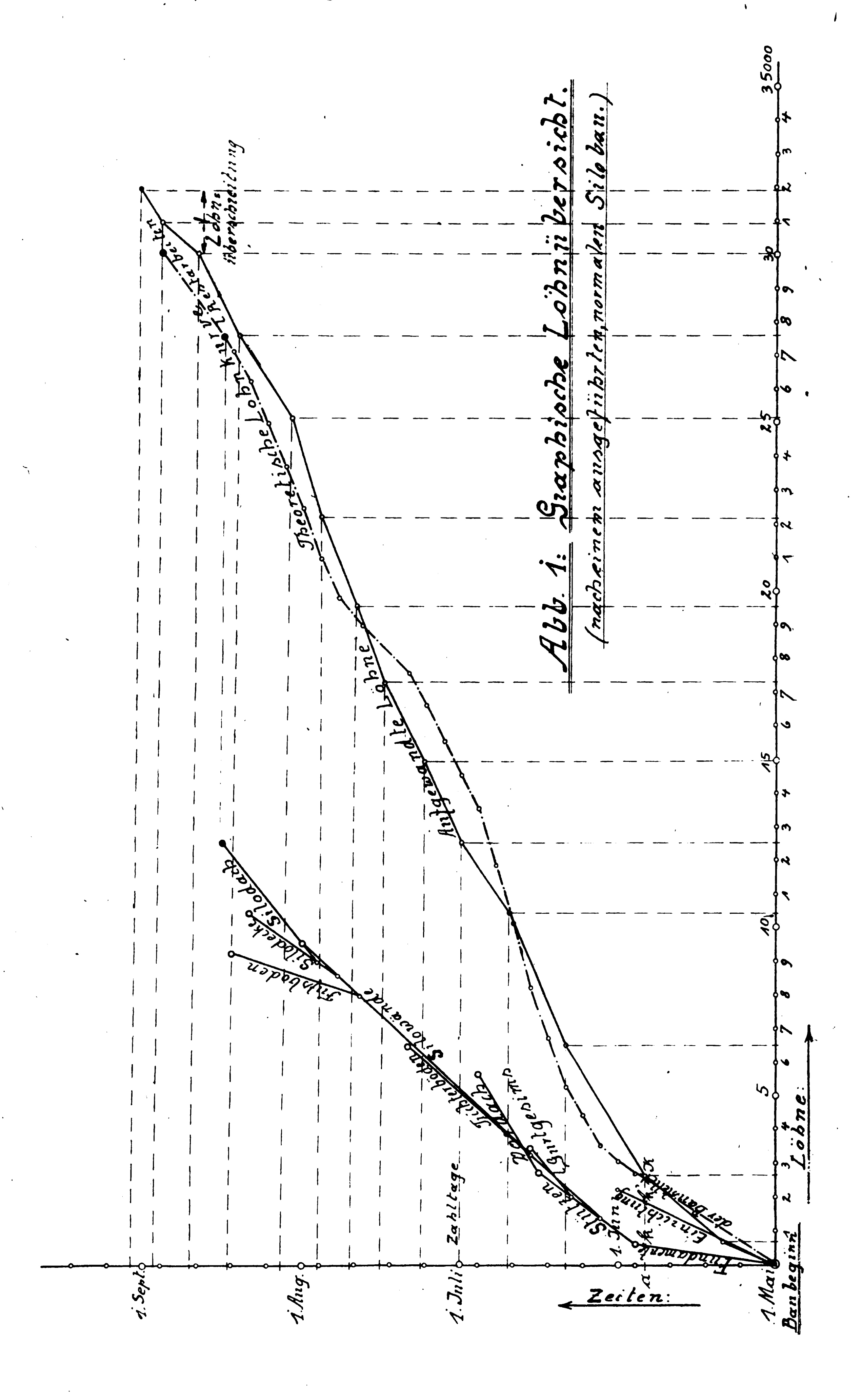


Abb. 1: Graphische Lohnübersicht.
(nach einem ausgeführten, normalen Silobau.)

Abb. 2: Zusammenstellung der wichtigsten Bauzahlen.

	Vorgesehene Zeiten (gebrauchte Zeiten)	Zement (in t)	Kies (in m³)	Splitt (in m³)	Eisen (in t)	Vorgesehene Löhne (Verausgabte Löhne)	Benötigte: Schalung (in m²)	Kantholz (in m³)	Rundholz (in m)	Freiwerdende: Schalung (in m²)	Kantholz (in m³)	Rundholz (in m)	Veranschlagte u. verausgabte Einheitslöhne	Bemerkungen
O. K. Dach														
O. K. Decke														
O. K. Wände														
O. K. Trichter														
U. K. Trichter														
O. K. Fußboden														
U. K. Fußboden														
O. K. Fundamente														
U. K. Fundamente														
Baubeginn														

Abschreibung der Reparaturwerkstätten, Lagerplätze, Gehälter des Bureaupersonals, Bureaumaterialien, Heizung, Licht im Bureau, Steuern, Wohlfahrtseinrichtungen, Werbekosten usw. Ihre Höhe läßt sich auf Grund der letzten Jahresergebnisse feststellen.

Der Unternehmergewinn schließlich muß auf die Summen aller vorhergehenden Kosten bezogen werden. Der Koeffizient ϑ ist daher mit dem vorhergehenden zu multiplizieren. Betragen z. B. die allgemeinen Unkosten 20 % der reinen Selbstkosten, die Generalunkosten 8 % der reinen Selbstkosten plus der allgemeinen Unkosten und soll der Unternehmergewinn 10 % ausmachen, so ist $\xi = 1{,}20 \cdot 1{,}08 \cdot 1{,}10 = 1{,}426$, d. h. die reinen Selbstkosten (Σ [1 unter D]) sind um 42,6 % zu erhöhen, um zu den Angebotspreisen zu gelangen. Mit Hilfe des Rechenschiebers lassen sich daher die Angebotspreise durch Multiplizieren mit 1,426 schnell und einfach ermitteln.

Ueber die Aufstellung des Kostenanschlages noch folgendes: Es empfiehlt sich durchaus, nur solche Positionen zu einem festen Ganzen in der Kalkulation zu vereinigen, die nach Auftragserteilung mit Sicherheit zur Ausführung kommen, weil jede Aenderung, z. B. der Fortfall größerer Massen, die sämtlichen Koeffizienten abändert und somit die Einheitspreise verschiebt. Darum sind z. B. Putzarbeiten oder sonstige Nebenpositionen nicht mit in die Kalkulation aufzunehmen, sondern es sind die Preise hierfür allein festzusetzen. Sind diese Arbeiten indessen größeren Umfanges, müssen sie mit hineingenommen werden, weil sonst die Einheitspreise der übrigen Positionen zu hoch würden.

Nebenarbeiten, die an Subunternehmer vergeben werden, scheiden selbstverständlich bei obiger Preisermittelung aus.

Zum Schluß noch ein paar Worte über die sog. Nachkalkulation. Es versteht sich von selbst, daß die in jeder Preisberechnung enthaltenen, von vornherein nicht völlig festliegenden Preise (Löhne, Holzabschreibungen usw.) während der Bauausführung auf ihre Richtigkeit zu prüfen sind. Besonders betrifft dies die Löhne und den Holzverbrauch. Die Prüfung der Löhne geschieht am besten nach einem Lohnverteilungsformular, welches für einen jeden Bau vorher mit Berücksichtigung der Positionen des Kostenanschlages aufgestellt wird. Die richtige Verteilung der Löhne ist alsdann Sache des Bauführers. Es empfiehlt sich, dieses Auseinanderziehen der Löhne so einfach wie irgend möglich zu gestalten, um eine Gewähr für richtiges Verteilen zu bekommen.

Die Höhe der gesamten Löhne, welche nach der Preisermittelung verbraucht werden dürfen, läßt sich mit Hilfe einer graphischen Darstellung leicht verfolgen. Allerdings läßt sich diese Lohnkurve nur für solche Bauten von vornherein einigermaßen genau angeben, deren Ausführung nach einem bestimmten Bauprogramm ohne wesentliche Störungen erfolgen kann. In Abb. 1 sind die auf die einzelnen Bauteile entfallenden Teillohnsummen von einem Koordinatenanfangspunkt beginnend entsprechend dem Ineinandergreifen den Arbeiten aufgetragen, und zwar derart, daß die Abszissen die Löhne und die Ordinaten die Zeiten bedeuten. Die gesamten Löhne werden alsdann durch eine Lohnkurve dargestellt, deren Abszisse jedesmal gleich der Summe der auf die einzelnen Bauteile entfallenden Einzellöhne ist. Z. B. muß in Abb. 1 die Abszisse AK gleich der Teillohnsumme Ak für die Fundamente plus der Teillohnsumme Ak' für die Baustelleneinrichtung bis zu einem bestimmten Zeitpunkt sein. So ergibt sich Punkt für Punkt der theoretischen Lohnkurve, wobei jedesmal der Zuwachs an Teillöhnen zur vorhergehenden Abszisse zu berücksichtigen ist. Im allgemeinen wird diese Lohnkurve in der Nähe des Koordinatenursprungs steil beginnen, in der Mitte der Bauzeit, d. h. während des Hochbetriebes am Bau, flacher verlaufen und zum Schluß, infolge der geringere Löhne erfordernden Restarbeiten, wieder eine Tendenz zum steilen Ansteigen zeigen. Die Aufzeichnung der tatsächlich gezahlten Löhne gibt dann ein vortreffliches Mittel, den Baufortschritt hinsichtlich des Lohnaufwandes zu beobachten.

Die Kontrolle der zum Bauwerk benötigten Materialien und Hilfsbaustoffe geschieht am besten in Form einer Zusammenstellung nach Abb. 2, und zwar in der Weise, daß die benötigten Baustoffmengen getrennt für die einzelnen Bauteile mit jeweiliger Berücksichtigung der für die vorhergehenden Bauabschnitte erforderlichen Mengen in die einzelnen Spalten dieser Tabelle, welche den Höhenlagen der verschiedenen Unterabteilungen des Bauwerks entsprechen, eingetragen werden. Wenn auch der Fortschritt des Bauwerks sich nicht nach horizontalen Höhenschichten, sondern naturgemäß nach schrägliegenden Flächen vollzieht, läßt sich doch mit Hilfe der Zusammenstellung eine gute augenblickliche Kontrolle jederzeit ermöglichen. Es ist zweckmäßig, in die Tabelle auch die Löhne, Ausführungsfristen sowie das freiwerdende Schalholz einzutragen und eine Spalte für Bemerkungen offen zu lassen. Die in der Kalkulation vorgesehenen Einheitspreise für Betonieren, Eisen biegen, verlegen und flechten sowie Einschalen einschließlich Ausschalen vervollständigen die Uebersicht; die praktisch erforderlich gewordenen Einheitslöhne werden in Klammern unter letztere Zahlen gesetzt.

Bei einem nach vorstehender Methode kalkulierten und während der Ausführung kontrollierten Bauwerk werden „Ueberraschungen" nur in ganz seltenen Fällen auftreten, und es wird den die Bauoberleitung ausübenden Ingenieur mit Genugtuung erfüllen, zu sehen, wie nicht nur der theoretische, statisch-konstruktive Teil seiner Bauaufgabe, sondern auch die praktische Ausführung nach wissenschaftlichen Gesetzen sich vollziehen können.

Ermittelung der Selbstkosten und Angebotspreise

für

....

(Bezeichnung des Bauobjektes).

Angenommene Dauer der Bauzeit:

.... Monate.

Ort und Datum: ....

Aufgestellt durch: ....

Genehmigt durch: ....

A) Preise der Rohmaterialien.

a) Zement:

Marke .... pro 10 t ab Werk
Fracht, Anschlußgebühren, Stempel usw.
Abladen und Stapeln von 10 t ....

Summe 1

Streuverluste: ...... % von Summe 1

Summe 2

ab Sackgeld mit ...... % Sackverlust

Zement pro 10 t
Zement pro cbm

b) Traß:

Marke .... pro 10 t ab Werk
Fracht, Anschlußgebühren, Stempel usw.
Abladen und Stapeln von 10 t ....

Summe 1

Streuverluste: ...... % von Summe 1

Summe 2

ab Sackgeld mit ...... % Sackverlust

Traß pro 10 t
Traß pro cbm

c) Kiessand:

10 t ab Baggerei ....
Fracht bis .... für 10 t
Anschlußgebühren, Stempel usw. ....
Abladen von 10 t ....

Summe 1

Streuverluste: ...... % von Summe 1

Kiessand pro 10 t
Kiessand pro cbm

d) Splitt, Schotter oder dergleichen:

10 t ab Werk ....
Fracht bis .... für 10 t
Anschlußgebühren, Stempel usw. ......
Abladen von 10 t ....

Summe 1

Streuverluste: ...... % von Summe 1

Splitt pro 10 t
Splitt pro cbm

e) sonstige Zuschlagstoffe:

....
....
....
....
....
....
....
....
....

f) Rundeisen:

Grundpreis ab Werk ....
Ueberpreise ....
Fracht, Stempel, Anschlußgebühren ....
Abladen und Stapeln ....

Eisen pro 10 t
Eisen pro 1 kg

A') Kosten der Betonmischungen ohne Löhne (Einstampfungskoeffizient: α).

Mischung 1:4

1 cbm Zement ....
.... cbm Kiessand ....
.... cbm Splitt, Schotter ....
.... cbm ....

$\alpha \cdot 4$ cbm =
1 cbm =

Mischung 1:5

1 cbm Zement ....
.... cbm Kiessand ....
.... cbm Splitt, Schotter ....
.... cbm ....

$\alpha \cdot 5$ cbm =
1 cbm =

usw.

B) Die Preise für Holz.

a) Schalung:

Preis für 1 qm Schalung ab Werk .....
Fracht, Stempel, Anschluß, Abladen,
Aufstapeln für 1 qm ....

1 qm Schalung frei Baustelle

b) Kantholz:

Preis für 1 cbm Kantholz ab Werk .....
Fracht, Stempel, Anschluß, Abladen,
Aufstapeln für 1 cbm ....

1 cbm Kantholz frei Baustelle

c) Rundholz:

Preis für 1 cbm ab Werk ....
Fracht, Stempel, Anschluß, Abladen,
Aufstapeln für 1 cbm ....

1 cbm Rundholz frei Baustelle

C) Ermittelung der Abschreibungswerte der Hilfsbaustoffe unter B).

a') Ermittelung der mit 1 qm Schalung einzuschalenden Fläche, wobei 1,0 qm Betonfläche $\beta \cdot 1{,}0$ qm Schalung erfordert. (In diesem Beispiel ist $\beta = 1{,}0$ angenommen.)

Erstes Einschalen:

$\frac{1{,}0 \text{ qm}}{\beta = 1{,}0}$ weniger 10 % Verschnitt . = 0,900 qm

Erstes Ausschalen: Verlust 20 %.

Zweites Einschalen mit 20 % Verschnitt: demnach eingeschalte Fläche $(0{,}9 - 0{,}9 \cdot 0{,}2) \cdot 0{,}8$ .... = 0,576 qm

Zweites Ausschalen: Verlust 30 %.

Drittes Einschalen mit 25 % Verschnitt: demnach eingeschalte Fläche $(0{,}576 - 0{,}576 \cdot 0{,}3) \cdot 0{,}75$ .... = 0,302 qm

Drittes Ausschalen: Verlust 50 %.

Viertes Einschalen mit 50 % Verschnitt: demnach eingeschalte Fläche $(0{,}302 - 0{,}302 \cdot 0{,}5) \cdot 0{,}5$ .... = 0,076 qm

demnach mit 1 qm einzuschalen 1,854 qm Betonfläche. (Die Verlust- und Verschnittzahlen sowie der Koeffizient β sind entsprechend der Art des Bauwerkes festzusetzen.)

Es kostet somit 1 qm Betonfläche an Abschreibung für Schalung

$\frac{\text{Schalungspreis frei Baustelle}}{1{,}854}$ = ... M/qm

Hierzu Nägel und Bindedraht für 1 qm (Erfahrungswert) ....

Summe a' = M/qm

b') Ermittelung der mit 0,01 cbm = 1,0 m Kantholz 10/10 einzuschalenden Betonfläche, wobei 1 qm Fläche $\frac{1{,}0}{\gamma}$ Kantholz erfordert.

Erstes Einschalen $\frac{1{,}0}{\gamma = 1{,}25}$ = ... 0,800 qm

Erstes Ausschalen: Verlust 10 %.

Zweites Einschalen mit 10 % Verschnitt:

$\frac{(1{,}00 - 1{,}0 \cdot 0{,}1)}{\gamma = 1{,}25} \cdot 0{,}9$ = ... 0,648 qm

Zweites Ausschalen: Verlust 20 %.

zu übertragen.. 1,448 qm

Uebertrag . . . 1,448 qm

Drittes Einschalen mit 20 % Verschnitt:

$\frac{(0,9 - 0,9 \cdot 0,2)}{\gamma = 1,25} \cdot 0,8 =$ . . . . 0,461 qm

Drittes Ausschalen: Verlust 35 %.

Viertes Einschalen mit 40 % Verschnitt:

$\frac{(0,72 - 0,72 \cdot 0,35)}{\gamma = 1,25} \cdot 0,4 =$ . . . . 0,149 qm

Demnach mit 1,0 m Kantholz einzuschalen 2,058 qm Betonfläche. (Die Verlust- und Verschnittzahlen sowie der Koeffizient γ sind entsprechend der Art des Bauwerkes festzusetzen.)

Es kostet somit 1,0 qm Betonfläche an Abschreibung für Kantholz

$\frac{\text{Kantholzpreis frei Baustelle}}{2,058} =$ . . . . . M/qm

Hierzu Klammern für 1 qm (Erfahrungswert)

Summe b′ = M/qm

c′) Ermittelung der mit 0,01 cbm Rundholz einzuschalenden Fläche, wobei 1,0 qm Fläche $\frac{1,0 \text{ m}}{\partial}$ Rundholz erfordert.

Erstes Einschalen $\frac{1,0}{\partial = 1,3} =$ . . . . . 0,77 qm

Erstes Ausschalen: Verlust 5 %.

zu übertragen . . 0,77 qm

Uebertrag . . . 0,77 qm

Zweites Einschalen mit 10 % Verschnitt:

$\frac{(1,00 - 1,0 \cdot 0,05) \cdot 0,9}{\partial = 1,3} =$ . . . . 0,66 qm

Zweites Ausschalen mit 10 % Verlust.

Drittes Einschalen mit 15 % Verschnitt:

$\frac{(0,95 - 0,95 \cdot 0,1) \cdot 0,85}{\partial = 1,3} =$ . . . . 0,56 qm

Drittes Ausschalen mit 10 % Verlust.

Viertes Einschalen mit 25 % Verschnitt:

$\frac{(0,855 - 0,855 \cdot 0,1) \cdot 0,75}{\partial = 1,3} =$ . . . . 0,44 qm

Demnach mit 1,0 m Rundholz einzuschalen 2,43 qm Betonfläche. (Die Verlust- und Verschnittzahlen sowie der Koeffizient ∂ sind entsprechend der Art des Bauwerkes festzusetzen.)

Es kostet somit 1 qm Betonfläche an Abschreibung für Rundholz

$\frac{\text{Rundholzpreis frei Baustelle}}{2,43} =$ . . . . . M/qm

Hierzu Keile für 1 qm (Erfahrungswert)

Summe c′ = M/qm.

Demnach Gesamtabschreibung für 1,0 qm Betonfläche (Summe von a′, b′ und c′):

D) Einheitspreise der einzelnen Positionen (Summe 1) umfassend Materialien und Holzabschreibung sowie Löhne.

	Gesamtsumme der Löhne M.	Beton cbm	Eisen kg	Schalung qm	Summe D (reine Selbstkosten)	Summe Angebotspreise
Pos. 1: (z. B. 100,0 qm Eisenbetondecke)						
Beton-Material						
Beton-Löhne						
Eisen-Material						
Eisen-Löhne						
Schalung-Abschreibung . . .						
Schalung-Löhne . . .						
Besonderes						
Summe 1						
+ . . . % (Gesamtkoeffizient ξ) (Ermittelung dieses Koeffizienten ξ siehe Seite 256.)						
Pos. 2:						
B. M.						
B. L.						
E. M.						
E. L.						
S. A.						
S. L.						
Besonderes						
Pos. 3: usw.						
Gesamtsumme:						

E) Ermittelung der besonderen Unkosten auf der Baustelle.

I) Maschinen- und Großgeräteabschreibung.

	Kaufpreis M.	Buchwert M.	Frachtgewicht t
.... St. Mischmaschine			
.... St. Betonaufzug			
.... St. Kreissäge			
.... St. Bandsäge			
.... St. Biegemaschine			
.... St. Schneidemaschine			
.... St. Friktionswinde			
.... St. Dampfwinde			
Motoren (elektrische oder Explosionsmotoren)			
Zubehör zu den Motoren (Anlasser, Schalter, Anschlüsse).........			
Lokomobilen...................			
Lokomotiven...................			
.... m Rahmengleis, leicht			
.... m Rahmengleis, schwer			
.... m Schienen			
.... St. Holzschwellen m. Schienennägeln....................			
.... St. Rechtsweichen			
.... St. Linksweichen			
.... St. Drehscheiben			
.... St. Kletterdrehscheiben			
Zentrifugalpumpen			
Duplexpumpen			
Diaphragmapumpen			
.... m Rohrleitungen für Pumpen mit Zubehör................			
.... m Rohrleitungen für Wasseranschlüsse mit Krümmern, Zapfhähnen usw................			
Dampframmen			
Kettenzugrammen...............			
Handrammen			
.... m Rammgleis..............			
.... St. $^3/_4$ cbm Muldenkipper....			
.... St. Plateauwagen			
Sonstiges			
Summe...			
Hierven .... % Abschreibung auf .... Monate Bauzeit			
Summe...			

Summe I

II. Maschinen und Großgeräte in Miete.

Bezeichnung	Monate	je M.

Summe II

III. Reparaturen für Maschinen und Großgeräte unter I und II.

16—18 % vom Kaufpreis unter I) bzw. Kaufpreis unter II) ....

Summe III

IV. Frachten für Maschinen und Geräte sowie Kleingeräte und Werkzeuge.

.... Waggons à 10 t von ....
nach .... je M. ....
.... Waggons à 10 t von ....
nach .... je M. ....
.... Waggons à 10 t von ....
nach .... je M. ....
.... Fuhren à .. Ztr. von ....
nach .... je M. ....
.... Fuhren à .. Ztr. von ....
nach .... je M. ....

Summe IV

V. Baustelleneinrichtung.

a) Baubureau (Materialien)
....
....
....

b) Mannschaftsunterkunftsräume (Materialien)
....
....
....

c) Küche, Magazine, Aborte, Zementschuppen usw. (Materialien)
....
....
....

d) Schlafbaracken (Materialien)
....
....
....

e) Einrichtungsgegenstände der Gebäude unter a) bis d) ....
Abschreibung ....

Summe V

VI. Löhne auf der Baustelle, die in den Löhnen unter D) nicht erscheinen.

a) Entladen der Waggons mit Maschinen und Geräten .... Arbeiter .... Tage à ....
b) Montage der Maschinen ....
c) Aufstellen der Baubuden usw. ....
d) Sonstige Einrichtung der Baustelle ....
e) Beladen der Waggons mit Maschinen und Geräten.........................
f) Demontage der Maschinen ....
g) Abbrechen der Baubuden usw. ....
h) Räumen der Baustelle...............
i) Hilfspersonal auf der Baustelle (Bureau, Küche, Boten usw. ....

Summe VI

VII. Holzabschreibung für Gerüstbohlen, Dächer über Maschinen, Zimmerplätzen, überhaupt für alles Holz, welches in der Schalungsabschreibung nicht erscheint..

Summe VII

VIII. Kleingeräte, Meßinstrumente, Riemen, Fette, Oele, Putzwolle, Stromanschlüsse usw.

....
....
....

Summe VIII

IX. Stromkosten bzw. Kosten für Kohle oder andere Brennstoffe zum Antrieb.

a) Elektromotoren:
(.... P. S. .... Stunden-Einheitspreis für eine K. W. St.) $\frac{1}{0{,}736}$ = ...
.... t-Kohle à ....
.... kg Brennstoff à ....

Summe IX

X. Gehälter auf Baustelle.

....
....
....

Summe X

XI. Reisen der Bauleiter.

....
....
....

Summe XI

XII. Postgebühren.

.... Monate je ....
....

Summe XII

XIII. Arbeiterversicherungen.

(.... % der Lohnsumme unter D plus der Löhne unter VI) ....

Summe XIII

XIV. Sonstige Unkosten auf der Baustelle.

....
....
....

Summe XIV

Summe E.......

(Demnach .... % der Σ (1 unter D) Koeffizient: ζ.)

F) Generalunkosten

(in Prozenten der Selbstkosten unter D plus der besonderen Unkosten unter E. Koeffizient: η).

G) Unternehmergewinn

(in Prozenten der Selbstkosten unter D plus der besonderen Unkosten unter F. Koeffizient: ϑ).

H) Ermittelung des Gesamtkoeffizienten ξ, mit dem die Summe [1 unter D] multipliziert werden muß, um den Angebotspreis zu erhalten.

$$\xi = \zeta \cdot \eta \cdot \vartheta.$$

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Professor Dr.-Ing. Michel in Hannover.

Oeffentliche Bauten.

Telephonturm vom Postgebäude Germersheim; von Obering. Muy. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 113.)

Neubau der Landwirtschaftskammer für die Rheinprovinz in Bonn; von Dr. H. Roettgen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 209.)

Neubau eines Geschäftsgebäudes für die Zivilabteilung des Land- und Amtsgerichts in Saarbrücken. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 457.)

Technisches Untersuchungsamt der Stadt Charlottenburg; von Magistratsbaurat Schmidt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 461.)

Neues Geschäftsgebäude der Königlichen Eisenbahndirektion in Frankfurt am Main. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 560.)

Der neue Bahnhof in Maastricht. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 481.)

Neues Zeughaus in Basel; von C. Leisinger. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 219.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Sparsamkeit bei Schulbauten nach dem Kriege; von Rektor Seinig. (Schulhaus 1917, S. 117.)

Ersparnisse bei Schulbaracken; von Magistratsbaurat Winterstein. Der Vergleich mit dem Schulkasernenbau ergibt nur 7 v. H. reine Ersparnis. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 197.)

Wie kann bei Schulbauten nach dem Kriege gespart werden?; von Kgl. Baurat Laurent. (Schulhaus 1917, S. 248.)

Das Holzfachwerk im Dienste des Schulbaues. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 272.)

Was ermöglicht deutschen Schulbauten das „Durchhalten"? — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 293.)

Der Schulbauplatz und seine Umgebung; von Stadtbaurat Jost. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 101.)

Neue Oberrealschule an der Königsallee in Bochum. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 112.)

Neubau der höheren Lehranstalten in Ravensburg. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 346.)

Marienstiftgymnasium in Stettin. Arch.: Prof. E. Blunck. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 385.)

Ausbau der evangelischen Lehrerbildungsanstalt in Eßlingen am Neckar. Arch.: Baurat Heeß. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 273.)

Königliches Lehrerseminar in Myslowitz. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 374.)

Entwurf für die Kriegsschule Cyriaksburg in Erfurt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 310.)

Erste württembergische Unteroffizier-Vorbildungsanstalt in Ellwangen; von J. F. Henselmann. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1917, S. 74.)

Provinziallehrschmiede für Hufbeschlag in Köln-Ehrenfeld. Arch.: Stadtbauinspektor Klewitz. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 161.)

Große Schulbauten. Besprechung der Gemeinde-Doppelschule an der Dunckerstraße und des Lehrerwohnhauses an der Koppenstraße, beide in Berlin; ferner des Volksschulhauses an der Liegnitzer Straße in Breslau und des Entwurfs für den Neubau eines Realgymnasiums mit Realschule in Forst i. L. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1917, S. 51.)

Schulbauten der Stadt Aachen; von Stadtbaurat Laurent. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 301.)

Volksschule an der Helgoländerstraße in Bremen; von Staatsbaumeister Oehring. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 341.)

Die Schule auf der Königshöhe in Elberfeld. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 217.)

St. Petrischule zu Flensburg; von Stadtbauinspektor Ziegler. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 199.)

Volksschule in Köln-Ehrenfeld. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 383.)

Schulhaus zu Lehnhausen im Kreise Frankenberg (Hessen-Nassau); von Aug. Melzer. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 268.)

Beschränkter Wettbewerb für ein Bezirk-Schulhaus auf dem „Liebenfels" in Baden. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 123.)

Neubau einer Volksschule; von Stadtbaurat Perrey, Mannheim. Behandelt die Diesterwegschule im Stadtteil Lindenhof in Mannheim. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 169.)

Schulhausneubauten in Mannheim, ausgeführt während des Krieges von Stadtbaurat Perrey. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 357.)

Volksschule in Mannheim. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 382.)

Die städtischen Schulbauten der letzten beiden Jahrzehnte in Posen; von Magistratsbaurat Felix Moritz. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 581.)

Bildungs- und Haushaltschule in Radeburg bei Dresden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 229.)

Neue Herzog-Bernhard-Schule in Römhild (Thür.). Arch.: Stadtbaurat M. Böhme. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 261.)

Neue städtische Schulbauten in Schwerin i. M.; von Stadtbaumeister Dr.-Ing. Dewitz. Bürger-Knabenschule an der Beethovenstraße; Lyzeum, Oberlyzeum und Studienanstalt an der Rostocker Straße. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 165; Baumeister 1917, S. 77.)

Die Stuttgarter Schulen. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 133.)

Schulbühne der Deutschen Schule zu Antwerpen; von Direktor Dr. Gaster. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 183.)

Erweiterungsbau zum Töchterpensionat Theresianum des Klosters Ingenbohl. Arch.: Gustav Doppler. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 269.)

Wettbewerb für ein Primarschulhaus Frauenfeld-Ergaten. Gutachten des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 214.)

Hochalpines Töchterinstitut Fetan; von Architekten Schäfer & Risch in Chur. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 122.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Das neuzeitliche Krankenhaus im Dienst des „Werkbaues"; von Julius Boethke. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 345.)

Bündner Heilstätte in Arosa; von Architekt Otto Manz in Chur. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 67.)

Deutsche Landerziehungsheime; von Martha Stobbe. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 122.)

Erziehungs- und Wohlfahrtsbauten von Carl Kujath in Berlin. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 117.)

Knabenheim im Dorf Tirol. Architekten: J. Schmitz in Nürnberg und Musch & Lun in Meran. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 617.)

Neubau der Medizinischen Poliklinik der Charité in Berlin. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 505.)

Städtisches Henschelbad in Cassel und die städtebauliche Lösung der Platzfrage. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 469.)

Neubau der Königl. bayerischen Landesanstalt und der orthopädischen Klinik für krüppelhafte Kinder sowie des Kraußianums in München. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 238.)

Kaiser-Wilhelm-Haus für Kriegsbeschädigte im Langenbeckhause in Berlin; von M. Guth. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 293.)

Kurhaus in Baden-Baden; Arch.: A. Stürzenacker. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1917, S. 47.)

Das Allgemeine Krankenhaus St. Georg in Hamburg; von Baurat Dr.-Ing. Ruppel. — Mit Abb. im Text u. im Atlas. (Z. f. Bauw. 1917, S. 197.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Neubau der Zentralbibliothek in Zürich; von Kantonsbaumeister H. Fietz. Auf dem Platz des früheren Predigerklosters und im Anschluß an dessen alte Kirche. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 1.)

Neues Chemiegebäude der Universität Basel; von Arch. Th. Hünerwadel. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 144.)

Neuer Botanischer Garten in München. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 222.)

Erweiterung des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 446.)

Gebäude für Sportzwecke. Haus des Akademischen Seglervereins in Danzig; von A. Carsten: — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 317.)

Boothaus des Zürcher Yachtklubs. Arch., Pfleghard & Häfeli. Schwimmende Anlage auf Eisenbetonpontons. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 76.)

Städtischer Spiel- und Sportplatz am Fredenbaum in Dortmund. Erbauer Stadtbaurat Kullrich. Kosten für die Zwecke der Provinzialpferdeschau 58 000 M. für einen Sport- und Spielplatz 54 000 M., zusammen 112 000 M. Laufende Ausgaben 8000 M. — Mit Uebersichtsplan. (Schulhaus 1917, S. 242.)

Entwurf zu einer Kampfbahn unter dem Kyffhäuser; von Bruno Schmitz. — Mit Abb. (Schulhaus 1917, S. 237.)

Gebäude für Vergnügungszwecke. Wettbewerb zum Umbau der „Baldegg" bei Baden. Auszug aus dem Bericht des Preisgerichts nebst Abbildungen von Entwürfen. Der Grundgedanke der Aufgabe war die Schaffung eines heimeligen, dem Aussichtspunkt angepaßten und der Ortsbürgergemeinde würdigen Landwirtshauses unter Vermeidung des Anscheins einer Pension oder eines Hotels. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 114.)

Das Gasthaus zur Rebleuten in Chur. Umgebaut durch Otto Manz. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 154.)

Suvrettahaus bei St. Moritz, ein Beitrag zum Hotelbau-Problem der Gegenwart; von Dr. S. Guyer. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 71.)

Gesellschaftshaus „Bürgerressource“ in Stralsund. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 384.)

Gebäude für Handelszwecke. Neubau der Chemnitzer Stadtbank in Chemnitz. Arch.: Lossow & Kühne. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 107.)

Wettbewerb für die Schweizerische Nationalbank in Zürich. Bericht des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 25.)

Appenzell-Außer-Rhodische Staats- und Kantonalbank in Herisau. Arch.: Bollert & Herter in Zürich. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 166.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Hessische Friedhofhallen; von Aug. Dauber. Holzfachwerkanlagen in Sooden und Allendorf an der Werra, einen Platz umschließend als eine Art Campo santo. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 117.)

Ehrenfriedhof in Homberg. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 384.)

Krieger-Ehrenfriedhof für Kiel; von Stadtbaurat Pauly. Besprechung eines Wettbewerbergebnisses. — Mit Abb. von Entwürfen. (Deutsche Bauz. 1917, S. 325.)

Preisbewerbung für eine Friedhofsanlage mit Krematorium zu Magdeburg. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 281.)

Campo Santo in Pisa; von Dr.-Ing. Albert Hofmann. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 465.)

Privatbauten.

Arbeiterwohnhäuser. Richtpunkte für das Entwerfen von Kleinwohnungsbauten, erläutert an Beispielen neuerer Kleinwohnungsbauten der bayerischen Staatseisenbahnen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 421.)

Kleinwohnhausgruppe an der Tellstraße in Freiburg i. Br. — Mit Abb. (Baumeister 1917, S. 31.)

Kleinwohnungsbauten; von Arch. Albert Uhlmann in Ingolstadt. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1917, S. 25.)

Belgische Arbeiterwohnungen; von Reinhold Werther. (Deutsche Bauz. 1917, S. 277.)

Wettbewerb für Arbeiterwohnhäuser unter Verwertung städtischen Landes in Zürich 3. Urteil des Preisgerichts. — Mit Abb. von Entwürfen. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 248.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Zwei altbergische Bleicherhäuser in Barmen, ein Beitrag zur Geschichte des bergischen Hauses; vom Stadtbaurat Köhler in Barmen. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 57.)

Zwei kleine Neubauten in Danzig; von Prof. Dr.-Ing. H. Phleps. Haus Linau in Oliva und Apotheke und Wohnhaus für Dr. Winkler in Karthaus. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 413.)

Haus Schmidt in Guben. Arch.: Prof. Oswin Hempel. — Mit Abb. u. Tafelbeilagen. (Deutsche Bauz. 1917, S. 321.)

Zwei Basler Land- und Ferienhäuser; von Arch. Hans Bernoulli. Landhaus Bilsteinfluh ob Waldenburg und Ferienhaus H. Bernoulli ob Langenbruck. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 189.)

Die Tätigkeit der „Basler Baugesellschaft“ im Rahmen des Basler Wohnungsbaues; von Arch. Hans Bernoulli. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 197.)

Wohnhaus Caflisch-v. Salis in Chur; Arch.: Em. v. Tscharner. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 300.)

Landhaus H. Ziegler-Sulzer in Winterthur. Arch.: G. Revilliod & M. Turrettini in Genf. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 266.)

Eigenheim-Kolonie „Wonneberg“ in Zürich. Arch.: Müller & Freytag (Thalwil) und Otto Gschwind (Zürich). — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 210.)

Umbau eines Geschäfts- und Wohnhauses an der Bahnhofstraße in Zürich. Arch.: Peter Birkenholz. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 156.)

Schloßbauten. Großherzogliches Parkhaus in Neustrelitz in Mecklenburg. Arch.: Ministerial-Baurat Paul Schondorf. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 441.)

Schloß Ludwigslust und Umgebung; von Dr.-Ing. Dewitz. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 397.)

Wiederaufbau des Fürstlichen Schlosses Bentheim; von Dr. Wilh. Jänecke. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 45.)

Gebäude für landwirtschaftliche Zwecke. Scheunenbau der Neuzeit; von Hermann Jurk. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 116.)

Anordnung von Ställen im Blockinnern; von Reg.-Baumstr. a. D. Walter Koeppen. — Mit Abb. (Städtebau 1917, S. 23.)

Belgische Landgüter; von Frid. Rimmele. Fermen Haut-Daussoulx, de la Falise bei Namur, Bovesse, Boquet bei Temploux. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 194, 489.)

Werkstatt- und Fabrikgebäude. Silo der Firma J. Eisenberg. Arch.: Max Brockert. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 145.)

Neubauten der Hackethal-Draht- und Kabelwerke A.-G. Hannover. Arch.: Werner Koech. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 177.)

Eisenbauwerkstätte für eine Jahreserzeugung von 50000 t; von Karl Buck. — Mit Abb. (Eisenbau 1917, S. 32.)

Dreischiffige Halle mit vollwandigen eisernen Rahmenbindern; von Reg.-Baumstr. H. Maier-Leibnitz. — Mit Abb. (Eisenbau 1917, S. 167.)

Eisenhochbauten des neuen Werkes der Maschinenfabrik Eßlingen in Mettingen; von Reg.-Baumstr. Maier-Leibnitz. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 49.)

Deutsche Mühlen- und Speicherbauten im Orient; von Prof. M. Buhle. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 81.)

Bebauungsplan einer Fahrzeugfabrik. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 99.)

Wasserturm der Gartenstadt Carlowitz. Ausführung Lolat-Eisenbeton in Breslau. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 105.)

Wasserwerk in Bergedorf. Arch.: Ed. Hagens. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 113.)

Industrie-Anlagen für ländliche Wirtschaft und Gewerbe u. a. zum Nahrungsmittel- und Futterbetrieb mit zugehörigen Bauwerken und mechanischen Einrichtungen; von Reg.-Baumstr. Kropf. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 124.)

Mühlenneubau der T. Bienert, Hafenmühle, G. m. b. H., Dresden. — Mit Abb. (Industriebau 1917, S. 129.)

Neues Elektrizitätswerk der Stadt Chur an der Plessur bei Lüen; von Stadtingenieur O. Kuoni. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 293.)

Bau und Bedeutung von Tiefkellern in Industriegebäuden der Großstadt; von Dr.-Ing. W. Lesser. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 510.)

Kleiderablagen und Waschgelegenheiten in gewerblichen Betrieben; von Reg.-Baumstr. Emele. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 257.)

Zwei Wassertürme aus Eisenbeton; von Obering Hermann Marcus. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917. Mitt. über Zement usw., S. 49.)

Eisenbetonbauten für den Neubau der Kokereianlage auf der Zeche Westhausen in Bodelschwingh bei Dortmund; von Dr.-Ing. Paul Müller. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 137.)

Aesthetische und konstruktive Gedanken des Industriebaues, beobachtet bei Wasserturmbauten; von Reg.-Baumstr. Pelzer. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 173.)

Hochbaukonstruktionen.

Holzkonservierung; von Dr. E. O. Rasser. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 106.)

Sicherungsmaßnahmen in Lichtspielhäusern; von Baurat Wendt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 330.)

Brand im Bühnenhause des Königlichen Theaters zu Hannover; von Heusgen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 543.)

Eisenbeton-Konstruktionen vom Bau der Deutschen Bücherei zu Leipzig. Ausführungen der A.-G. Dyckerhoff & Widmann und Rud. Wolle. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 1.)

Eisenbetondecken ohne Einschalungen; von K. Dietrichkeit. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 77.)

Risse im Beton; vom Geh. Regierungsrat Prof. M. Gary. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 217.)

Instandsetzung geborstener Kuppel-Tragepfeiler mit Preßzement; von Geh. Baurat K. Bing. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 121.)

Praktische Erfahrungen bei den verschiedenen Arten der Kirchenheizung; von Karl Micksch. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 51.)

Denkmäler.

Denkmalentwürfe aus Preußens großer Zeit. Entwürfe von Gentz, Gilty und Schinkel zu einem Denkmal Friedrichs des Großen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 205.)

Ehrengrabmal der Stadt Hannover für den General von Emmich. Arch.: Stadtbaurat Paul Wolf. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1917, S. 501.)

Entwürfe zu einem für das Jahr 1817 im Mansfeldischen geplanten Luther-Denkmal; von Georg Kutzke. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 529.)

Bismarckturm bei Burg im Spreewald; von Dr.-Ing. A. Bretschneider. Arch.: Bruno Möhring. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 547.)

Hindenburgbrunnen der Stadt Barmen; von Stadtbaurat Köhler. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 601.)

Denkmal in Wolhynien; von M. Neumann. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 281.)

Gedächtnismale als Schmuckkunst im Straßenbilde; von Prof. Richard Michel. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 24.)

Von schweizerischer Brunnenkunst; von Brüstlein. — Mit Abb. im Text und im Atlas. (Z. f. Bauw. 1917, S. 409.)

Brunnen in Konstantinopel; von F. W. Virck. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 494.)

Denkmalpflege.

Zur Denkmalpflege in Augsburg; von Oberbaurat Holzer. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 89.)

Denkmäler und Denkmalpflege in Rumänien; von Dr. Wilh. Jänecke. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 103.)

Fürsorge für kriegsbeschädigte Bauhandwerker im Dienst der Denkmalpflege und der Bauwissenschaft; von Stadtbaurat a. D. Seevers in Hildesheim. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 133.)

Das Böttingersche Haus in Bamberg und der Wiederaufbau seiner Hofseiten im Luitpoldpark in München. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 41.)

Kunstgewerbe.

Glasgemälde von Christel Kuball (Hamburg); von Dr. J. L. Fischer. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 33.)

Städtebau.

Neuanlage des Ettlingertor-Platzes in Karlsruhe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 265.)

Neuzeitliche Siedlungen und Heimstätten; von Architekt Otto Wulle. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 145.)

Schwäbische Städte; von Prof. Dr. Robert Gradmann. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 159.)

Wiederaufbau in Ostpreußen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 362.)

Wiederaufbau in Mittenwald. Erfolgte nach dem Brandunglück vom 2. und 3. Dezember 1914. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1917, S. 49.)

Arbeiterwohnkolonie „Friesland" bei Emden. Entwurf von Hermann Jansen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 134.)

Die preisgekrönten Wettbewerbsentwürfe für die Kleinhaussiedelung „Friesland" in Emden. — Mit Abb. und Tafelbeilagen. (Städtebau 1917, S. 6.)

Wiederaufbau der Altstadt Erlach am Bielersee. Im August 1915 ist ein Stadtteil niedergebrannt. Wiederherstellungsentwurf von Prof. Propper. — Mit Abb. und Tafelbeilage. (Schweiz. Bauz. 1917, I, S. 221.)

Freilegung oder Umbauung? Besprechung der die Elisabethkirche in Breslau betreffenden Gesichtspunkte. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 118.)

Städtischer Baublock in Bromberg. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 381.)

Einheit in der Architektur geschlossener Straßenfronten; Studie von Prof. Ludwig Wolter. — Mit Abb. und Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 26.)

Südliche Erweiterung des Vorortes Käfertal auf Gemarkung Mannheim; von Stadtbauinspektor Ehlgötz. — Mit Tafelbeilagen u. Abb. (Städtebau 1917, S. 37.)

Stadterweiterung Hannovers durch Georg Ludwig Friedrich Laves 1831; von A. Venitz. — Mit Abb. u. Tafelbeilagen. (Städtebau 1917, S. 39.)

Um Wall und Graben; zur Frage der Schleifung von Festungen am Beispiele von Lille; von Carl Löther. — Mit Abb. und Tafelbeilagen. (Städtebau 1917, S. 42.)

Domfreilegung in Magdeburg; von Geh. Baurat Peters. — Mit Tafelbeilagen. (Städtebau 1917, S. 45.)

Städtebau und Bauberatung; von Friedrich Wagner-Poltrock. Gedanken über die Entwickelung unserer Stadterweiterungsämter und ihrer Aufgaben. — Mit Abb. und Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 49.)

Gestaltung des Garde-du-Corps-Platzes in Kassel. Wettbewerbentwürfe. (Deutsche Konkurr. Bd. 32, Heft 385.)

Beamtensiedelung der Gutehoffnungshütte in Sterkrade bei Oberhausen. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 10.)

Gartenstadt „Neu-Tartlau" in Siebenbürgen; von Karl Scheiner in Hermannstadt. — Mit Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 13.)

Die Beginenhöfe als Vorbilder für den Städte- und Kleinwohnungsbau; von Dr.-Ing. Hans Vogts. Mit besonderer Berücksichtigung der beiden alten Höfe in Gent. — Mit Abb. u. Tafelbeilage. (Städtebau 1917, S. 18.)

Mecklenburgische Kleinstädte; von F. W. Virck. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 522.)

Aegidienneustadt in Hannover; von Schlemm. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 548.)

Wettbewerb zu einem Ueberbauungsplan der Gemeinde Zofingen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 234.)

Wettbewerb zu einem Bebauungsplan für Büren a. A. Gutachten des Preisgerichts. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 255.)

Das holländische Gartendorf „Het Lansink" bei Hengelo. — Mit Abb. (Baumeister 1917, S. 329.)

Rechtliche Fragen.

Standesvertretung der im freien Berufsleben stehenden Architekten und Ingenieure und Schutz ihrer Standesbezeichnung; von Fritz Eiselen. (Deutsche Bauz. 1917, S. 181.)

Zur Frage der Architektenkammern. (Deutsche Bauz. 1917, S. 278.)

Grundzüge der Rechtsstellung des Baukünstlers; von Eugen Fabricius. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 249.)

Schmiergelderprozesse. Mitgeteilt vom Verein gegen das Bestechungsunwesen. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 114.)

Nochmals Architekt und Gewerbesteuer; von W. Kornick. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 81.)

Allgemeines.

Neugestaltung der Verwaltung der Kunstangelegenheiten im Reich und in den Bundesstaaten; von W. O. Dreßler. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 73.)

Wo bleibt der Architekt? von Prof. Dr.-Ing. Michel in Hannover. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 79.)

Landschaftskunde an den Bauschulen; von Prof. Robert Mielke. (Neudeutsche Bauz. 1917, S. 161.)

Gedanken über das künstlerische Sehen; von Carl Hocheder †. (Deutsche Bauz. 1917, S. 481.)

Hilfsmittel bei der Konstruktion größerer Perspektiven; von Reg.-Baumstr. Griesinger. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 486.)

Zukunft der kriegsbeschädigten Bauhandwerker; von Dipl.-Ing. Paul Rathke. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, S. 193.)

Modellmäßiges Bauen; von Dr.-Ing. Werner Scheibe. (Städtebau 1917, S. 29.)

Enteignung der Glocken; von Prof. Joh. Biehle. (Kirche 1917, S. 83.)

Gewölbemodelle; von Prof. Dr.-Ing. Michel. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1917, Mitt. über Zement usw., S. 119.)

Herstellung von Sonnenuhren; von Dr. A. Baruch. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1917, S. 269.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. v. Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Grundbau für die Erweiterung des Stadthauses in Hamburg; von Unger-Nyburg. Der landfeste Teil des Erweiterungsbaues wurde auf Eisenbetonpfählen gegründet und bietet nichts Bemerkenswertes. Das Fundament des Verbindungsbaues dagegen besteht aus einem auf vier Landpfeilern und zwei Strompfeilern ruhenden Tragwerk aus Eisenbeton und hat verschiedene Eigenarten aufzuweisen. Lastverteilung, Ausbildung der Betonpfähle, Bewehrung der verschiedenen Hauptträger, Ergebnisse der Proberammungen und statische Untersuchung der Hauptträger. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw., H. 3, S. 17; H. 4, S. 29; H. 5, S. 33, Beibl. d. deutschen Bauz. 1918.)

Verwendung von Eisenbeton-Senkkasten bei der Hafenerweiterung in Kopenhagen. Von Christiani & Nielsen in Hamburg-Kopenhagen wurden für eine Kaimauer von rd. 1100 ^{m} Länge die 49 ^{m} langen, 9,8 ^{m} hohen und 5 ^{m} breiten, mit auf 7 ^{m} verbreiteten Kastenfüßen versehenen Senkkasten in einem eigens dafür erbauten Trockendock hergestellt, schwimmend zur Verwendungsstelle gebracht und durch allmähliche Ausfüllung versenkt. Ausführliche Beschreibung der Ausführung der Eisenbetonkasten und des Bauvorganges. — Mit Abb. u. Schaub. (Beton u. Eisen 1918, S. 37.)

Neues Verfahren für Betonpfahl-Gründungen. In Rotterdam wurden für das Hauptpostgebäude am Delfter Tor Betonpfähle hergestellt, indem ein Mannesmannrohr von 50 ^{cm} Durchmesser unter Entfernung des Bodens im Innern der Röhre und gleichzeitigem Bohren bis auf die feste Sandschicht hinuntergetrieben wurde. In dem Rohr stieg das Wasser bis zur Höhe des Grundwasserstandes und wurde durch eine an eine Gasröhre angeschraubte hölzerne Scheibe mit Lederkappe hinausgedrückt. Dann wurde mit dem Anfüllen der Röhre mit Beton begonnen, der durch einen die Gasröhre als Führung benutzenden Block festgestampft wurde, wobei das Mantelrohr stetig, das Gasrohr nach vollendeter Verfüllung herauszuziehen war. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1918, S. 56.)

Neue Ufermauer in Verbindung mit Verstärkungen der Gründung eines anstoßenden siebenstöckigen Gebäudes. Die mit besonderer Sorgfalt ausgeführte Pfahlgründung wird kurz beschrieben. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1918, S. 18.)

Proberammung in den Königl. Anlagen in Stuttgart; von Karl Zimmermann (s. **1918**, S. 153).

Es wird die Setzungsgrenze der besprochenen Versuchspfähle festgestellt, die beobachtete Tragfähigkeit der Einzelpfähle sowie der gekuppelten Pfähle mitgeteilt und mit dieser ihre Rammarbeit nach den Rammformeln von Brix, Eitelwein und Stern ermittelt und verglichen. Auf Grund dieser Proberammungen und ihrer Ergebnisse ist dann die Ausführung der Rammungen mit kegelförmigen Pfählen zur Gründung der Bauwerke für den Bahnhof in Stuttgart der Firma A.-G. Wayß & Freitag übertragen worden. — Mit Abb. u. Schaub. (Beton u. Eisen 1917, S. 227.)

Verteilung der Pfähle im Pfahlrost; von J. Th. Schätzler (s. **1917**, S. 265).

Eiserne Doppelspundwand (D. R. P. Kl. 84c, Gruppe 2, Nr. 302347 für Friedr. Haltern in Berlin-Wilmersdorf). U förmige Walzeisen, die mit Federn an den freien Enden der Flanschen in Nuten an den Ecken der Flanschen und des Steges der Nachbareisen eingreifen, bilden diese Spundwände. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1918, S. 60.)

Tunnelbau.

Woran leiden unsere Tunnel, wie kann abgeholfen und wie vorgebeugt werden?; von F. Rothpletz. Es werden die Einflüsse der Verwitterung, der Gebirgswässer, der Lokomotivgase, der Erschütterung durch den Zugverkehr und des Gebirgsdruckes besprochen und es wird darauf hingewiesen, daß der Ingenieur im betreffenden Fall die richtige Diagnose, also zunächst die Ursache der Erkrankung des Tunnels festzustellen hat, um dann die richtige Heilung vorzunehmen, für die für die einzelnen Krankheitserscheinungen die zutreffenden Ausführungsarbeiten angegeben werden. Ferner wird hervorgehoben, daß der Tunnelbau zwar aus dem Bergbau hervorgegangen, aber trotzdem in seinem Endzweck grundverschieden von diesem ist, da im Bergbau das auszubrechende Material, im Tunnelbau der verbleibende, in seinem Bestande zu erhaltende Hohlraum das Ziel der Arbeit bildet. Es werden diesbezügliche Hinweise auf Hinterpackungen und Ausmauerungen gegeben; für den Tunnelquerschnitt, besonders für einspurige Tunnel, wird als günstigste Form die Kreisform hingestellt. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 69 u. 79.)

Geologische und hydrologische Beobachtungen über den Mont d'Or-Tunnel und dessen anschließende Gebiete; von H. Schardt (s. **1918**, S. 155). Die Wasserverhältnisse im Tunnel, die Unfälle, die durch die Einbrüche der Quellen herbeigeführt wurden, sowie die Bewältigung des Wassers werden eingehend besprochen. Zum Schluß wird die Durchquerung des Sumpfbodens von Sainte-Marie und die Ueberwindung der dortigen Schwierigkeiten geschildert. (Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 290 u. 297.)

Ueber Lehnentunnel; von Fr. Engesser. Es wird hervorgehoben, daß das Tunnelgemäuer in den Lehnenstrecken unter ungünstigeren statischen Bedingungen sich befindet als im Innern des Berges und daß entsprechend der schief gerichteten Mittelkraft der aktiven auf die Tunnelröhre wirkenden „Erddrücke" das Tunnelgemäuer unsymmetrisch zur Lotrechten angeordnet sein müßte, was in der Regel in der Praxis nicht berücksichtigt wird. Als von dem üblichen Verfahren abweichend wird das nach des Verfassers Entwurf 1878 unsymmetrisch ausgeführte Tunnelprofil in der Lehnenstrecke des Böttinger Tunnels der Badischen Staatsbahn Neckarelz-Jagstfeld mitgeteilt und auf dessen Querschnittsbestimmung näher eingegangen. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw., Nr. 10, S. 63, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1918.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Simplontunnel II (s. **1918**, S. 155). Am 2. November 1917 wurde von der Nordseite her der Ausbruch in der noch auszubauenden 2,2 km langen Strecke der Südseite begonnen und Ende des Monats der Bahnhof von Kilometer 6 bis Kilometer 7,7 verlegt; auf beiden Seiten wurde an 20 Tagen gearbeitet. Vom Dezember 1917 bis zum April 1918 wurde auf beiden Seiten durchschnittlich an 25 bis 27 Tagen gearbeitet und in letzterem Monat auf der Nordseite der Vollausbruch beendet. Im April betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
vom Firststollen die Monatsleistung	— m	73 m	73 m
Stand am 30. April	8781 „	8521 „	17302 „
vom Vollausbruch die Monatsleistung	31 „	60 „	91 „
Stand am 30. April	8781 „	8474 „	17255 „
vom Widerlager die Monatsleistung	49 „	59 „	108 „
Stand am 30. April	8750 „	8378 „	17128 „
vom Gewölbe die Monatsleistung	72 „	66 „	138 „
Stand am 30. April und vollendeter Tunnel	8717 „	8354 „	17071 „
in Hundertteilen der Tunnellänge	43,9	47,2	86,1
der mittlere Schichtenaufwand			
im Tunnel	142	141	283
im Freien	127	5	132
zusammen	269	146	415

(Schweiz. Bauz. 1917, II, S. 280, und 1918, I, S. 22, 97, 130, 172 und 219.)

Förderbetrieb beim Ausbau des Simplontunnels II; von F. Rothpletz und C. Andreae. Es wird auf die Wichtigkeit des Förderbetriebes beim Tunnelbau aufmerksam gemacht, der gewissermaßen dessen „Blutkreislauf" ist. Zunächst wird die Förderung beim ersten Simplontunnel besprochen und dann auf diejenige des zweiten Tunnels eingegangen, wobei als glücklichste Lösung für die Nordseite der Gedanke der Kreuzung der S. B. B. mit Normalspur-Rollmaterial hervorgehoben wird. Dabei wurde im Tunnel und außerhalb des Tunnels auch auf der Nordseite die Schmalspur bis zum Tunnelbahnhof beibehalten. Im Tunnel verkehrten auf beiden Seiten Luftlokomotiven, außerhalb auf der Nordseite neue Dampflokomotiven für 75 cm Spurweite; auf der Südseite galt noch die alte Spurweite von 80 cm. Der Förderbetrieb bei Baubeginn und dann der endgültige wird eingehend geschildert. Die Umladung von Schmal- auf Normalspur erfolgte im Tunnelbahnhof durch einen Laufkran. Auch die Fördermittel und Einrichtungen werden ausführlich besprochen und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes beleuchtet. In der Schlußfolgerung wird erwähnt, daß als eine Schwäche das Vorhandensein nur eines Kranes auf der Nordseite angeführt werden könnte, da durch seine Beschädigung der Förderbetrieb auf einige Zeit stilliegen müßte. Dieser Uebelstand kann aber durch Anschaffung eines zweiten Tunnelkranes beseitigt werden. Einige andere Verbesserungen werden angedeutet. — Mit Abb. u. Schaub. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 99, 109, 123 u. 136.)

Ausführung des Harlemfluß-Tunnels der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Newyork; von F. W. Skinner. Der 328,57 m lange, mit der Unterkante rd. 17 m unter mittlerem Hochwasser liegende, viergleisige Tunnel besteht aus einem 23,77 m breiten, 7,47 m hohen Grobmörtelkörper, der vier stählerne Rohre von 5,79 m Weite in 5,18 m Mittelabstand enthält, die durch 1,22 m weite, 2,74 m hohe Oeffnungen mit wasserdichten Wänden aus Stahlplatten verbunden sind. Die Rohre werden nacheinander in fünf Abschnitten auf einem Gerüst in einer Flußbucht vernietet und in einen im Flußbett ausgebaggerten 24,4 m breiten Graben von etwa 10 m Tiefe versenkt. Ausführliche Beschreibung der Verlegung

der Rohre. — Mit Abb. (Engineering 1917, II, Bd. 104, S. 32 u. 83; Génie civ. 1917, II, Bd. 71, S. 133; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 405.)

Hudsontunnel für Kraftwagen (s. **1918**, S. 156). Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1917, S. 408.)

Unterseetunnel in Boston. Der 3,6 km lange flach liegende Dorchestertunnel der unterirdischen Straßenbahn in Boston enthält einen 670 m langen tief liegenden Teil unter der Mittellinie des einen Teil des Hafens bildenden Fort-Point-Kanals mit krummen Zufahrtstrecken. Dieser Teil ist auf 113 m Länge ein unter Preßluft vorgetriebener Zwillingstunnel mit rechteckigem Querschnitt und gewölbter Decke. Der übrige Teil besteht aus Doppelrohren, die mit Schilden unter Preßluft vorgetrieben wurden, was auf beiden Seiten von einem Hauptschachte aus geschah. Beschreibung des Arbeitsvorganges und Schildes. (Engineer 1917, II, Bd. 124, S. 234; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 63.)

Der Eisenbahntunnel unter dem Sund von Malmö nach Kopenhagen in der von Ohrt vorgeschlagenen Ausführungsweise hat Aussicht auf Verwirklichung. Er soll bei Kopenhagen bei der Insel Amager beginnen und aus zwei Teilen bestehen. Der erste Teil führt von Amager zur Insel Saltholm 5 km weit, worauf die Insel durchquert wird. Der zweite Teil führt von der östlichen Seite von Saltholm nach dem schwedischen Küstenort Leinkamm dicht bei Malmö. Die ganze Tunnelstrecke wird 36 km lang. Die Baukosten sind auf rd. 100 Millionen M. veranschlagt. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1918, S. 70; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 40; Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 108; Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 107.)

Tunnel unter der Straße von Calais (s. **1918**, S. 156). Der neueste Entwurf von A. Sartiaux wird mitgeteilt. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 32.)

Englische Verteidigung des Tunnels unter dem Aermelmeer. Nach dem Vorschlage von F. Bramwell würde am Ausgang eine Art Schleuse aus zwei Gittern angeordnet, durch die der Tunnel vor und hinter dem Zuge abgeschlossen werden könnte, so daß die Fahrgäste untersucht werden können. Eine zweite Lösung besteht in der Anbringung einer Art Hahn, der durch eine 30 m lange Tunnelstrecke gebildet wird, die quer zum Haupttunnel gedreht werden kann. Eine dritte Lösung will den Tunnel auf einige Stunden oder endgültig für längere Zeit dadurch außer Betrieb setzen, daß durch eine Schütze ein Wasserverschluß hergestellt wird. Endlich soll durch eine Minenkammer, die von einer Landwache aus entzündet werden kann, das Tunnelgewölbe an einer Stelle zum Einsturz gebracht werden, so daß das Meerwasser in den Tunnel strömen kann und ihn unter Wasser setzt. — Mit Abb. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 49; Génie civ. 1917, I, Bd. 70, S. 233; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 231.)

Technisches und Wirtschaftliches über die Tunnelbahn zwischen Calais und Dover; von Winkler. Es wird zunächst die Geschichte dieses Tunnelentwurfs, dessen Befürwortung bis zum Jahre 1802 zurückreicht, nebst den gegen ihn erhobenen Einwänden und Befürchtungen kurz besprochen, um dann auf die technische Ausführbarkeit, die militärischen Sicherheitsmaßnahmen und die wirtschaftlichen Grundlagen näher einzugehen. Am Schluß wird eine Zusammenstellung der darüber entstandenen Literatur gebracht. — Mit Abb. (Z. des Verb. deutsch. Arch.- u. Ing.-Ver. 1918, S. 19 u. 21.)

Brücken- oder Tunnelbau zur Verbindung der europäischen mit der asiatischen Türkei. Die bezüglichen Vorarbeiten zur Entscheidung der Frage sollten im April d. J. durch die Firma Sigmundi durch Untersuchung des Meeresgrundes zwischen der Serailspitze bei Stambul und Skutari beginnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 133.)

Polygonal verstellbare, fahrbare Tunnelmuffen und Tunnelverschlußstücke für Unterwasser-Tunnelbau; von A. Haag. Die vom Verf. früher vorgeschlagene Bauart (s. **1918**, S. 155) ist für kurze Muffen besser als für lange Muffen geeignet. Für letztere schlägt er die Zusammensetzung einer Reihe hintereinander gestellter, portalartiger Binder rechtwinklig zur Tunnelrichtung vor. Dieses erweiterte Verfahren wird ausführlich geschildert. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 6.)

Vortriebschild und Taucherglocken-Verfahren im Unterwasser-Tunnelbau; von A. Haag. Für den Unterwasser-Tunnelbau im offenen Wasser werden verschiedene Vorteile des Taucherglocken-Verfahrens gegenüber dem Vortriebschild-Verfahren angeführt und besprochen. (Deutsche Bauz. 1918, S. 140.)

Lüftung von Untergrundbahnen. Die Ausführungen des Ing. A. Grupil im „Génie civ." werden kurz besprochen und die neueren Verbesserungen der Lüftung in den Untergrundbahnen verschiedener Großstädte aufgezählt. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 207.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Rehder, Dr.-Ing. P., Oberbaudirektor. Der Nord-Süd-Kanal und das zukünftige mitteldeutsche Kanalnetz zwischen Weser und Elbe. Mit 22 Bl. Zeichnungen. Lübeck 1918.

Laskus, A., Geh. Regierungsrat. Hölzerne Brücken. Statische Berechnung und Bau der gebräuchlichsten Anordnungen. Mit 303 Abb. Berlin 1918. Ernst & Sohn. Pr. 8 M.

Haenel, Dr. med. H. Zur physiologischen Mechanik der Wünschelrute. (Heft 8 der Schriften des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage.) Stuttgart 1918. Wittwer. Pr. 2,40 M.

Krey, H., Reg.- und Baurat. Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes. Mit 80 Abb. 2. Aufl. Berlin 1918. Ernst & Sohn. Pr. 7,50 M.

Jackson, Dr.-Ing. A. Ueber Spannungslinien mit Anwendung auf den Eisenbetonbau. Stuttgart 1917. Wittwer. Pr. 3 M.

Maier-Leibnitz, Dr.-Ing. H. Berechnung beliebig gestalteter einfachiger und mehrfachiger Rahmen. Mit 187 Abb. Stuttgart 1918. Wittwer. Pr. 6 M.

Ott, J., und Marquardt, E. Die Wasserversorgung der kgl. Stadt Brüx in Böhmen. Mit 52 Abb. Wien. Waldheim-Eberle A.-G. Leipzig. Klemm. 1918. Pr. 5 M.

Melan, Dr. techn. Prof. Der Brückenbau. III. Bd., 2. Hälfte. Eiserne Brücken. II. Teil. Mit 325 Abb. Leipzig und Wien 1917. Deuticke. Pr. 16 M.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Alphabetische Inhaltsangabe.

Band LXIV. — Jahrgang 1918.

Sach- und Namen-Verzeichnis.

Die Originalbeiträge sind durch ein vorgesetztes * bezeichnet.

A.

B.

T.

U.

V.

W.

Z.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer.**

Jahrgang 1919.

(Band LXV; der neuen Folge Band XXIV.)

Mit vielen Abbildungen.

WIESBADEN.
C. W. KREIDELS VERLAG.
1919.

Inhalt des fünfundsechzigsten Bandes,

des vierundzwanzigsten Bandes der neuen Folge.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Hochbau, Aesthetik.

Ingenieurbau.

Theoretische Untersuchungen.

Fachfragen.

Amtliche Nachrichten.

Kleine Mitteilungen.

Zeitschriftenschau.

Bücherschau.

Alphabetische Inhaltsangabe.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor W. **Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1919. Heft 1.

(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

WIESBADEN.

C. W. KREIDELS VERLAG.

1919.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 1. (Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Festigkeit und Wertigkeit der Baustoffe.

Allgemeintechnische Betrachtungen.

Von Geh. Oberbaurat Prof. Dr.-Ing. Fr. Engesser (Karlsruhe).

1. Die auf die körperlichen Gebilde einwirkenden mechanischen Kräfte (Belastungen) sind entweder „Oberflächenkräfte" oder „Massenkräfte". Erstere greifen an den Oberflächen der betreffenden Gebilde an und rühren von deren unmittelbaren Nachbarkörpern her (Nutzlasten, zufällige Lasten); sie wirken durch Druck bzw. Stoß oder durch Reibung. Da die Reibung als Druck gegen die hervorstehenden Unebenheiten der Oberfläche aufgefaßt werden kann, so lassen sich die Oberflächenkräfte allgemein als Druckkräfte, die mehr oder minder schief gegen die Oberflächen gerichtet sind, bezeichnen. Die Massenkräfte sind bei ruhenden Körpern ausschließlich Schwerkräfte. Sie greifen unmittelbar an den einzelnen Körperelementen an und bilden zusammen das Eigengewicht des Körpers. In welcher Weise dieser Angriff erfolgt, ob durch Zug oder durch Druck, entzieht sich unserer Kenntnis. Wenn die Schwerkraft eine Anziehungskraft genannt wird, so soll damit nur ihre Richtung bezeichnet werden, nicht aber auch ihre Angriffsweise. Bei unseren mechanischen Zugeinwirkungen (z. B. durch ein Zugseil) wird der Angriff auf den gezogenen Körper stets durch Druck (der Innenfläche des Zughakens) oder durch Reibung (Klemmbacken) ausgeübt.

Die auf ein beliebiges inneres Körperelement, das als unendlich kleiner Würfel angenommen werden möge, von seinen Nachbarelementen ausgeübten Kräfte stehen i. a. schief auf den zugehörigen Flächenelementen und sind entweder gegen das Körperelement hin gerichtet (Druck) oder von ihm weg gerichtet (Zug). Die auf die Flächeneinheit bezogenen schiefgerichteten Kräfte werden Druckspannungen bzw. Zugspannungen im weiteren Sinn genannt. Im engeren Sinn versteht man darunter die Komponenten senkrecht zur Fläche, während die Komponenten parallel zur Fläche Schubspannungen heißen.

In der unorganischen Natur überwiegen die Druckspannungen weitaus die Zugspannungen. Im Innern der Erde sind, abgesehen von den Umgebungen von Hohlräumen, ausschließlich Druckspannungen vorhanden, die mit wachsender Tiefe zunehmen. Außen, auf der Erdoberfläche, machen sich auch Zugspannungen geltend. Bei reiner Biegungsbeanspruchung stab- oder plattenförmiger Körper kommen sie den Druckspannungen gleich. Je mehr sich die Achse der Körper der Lotrechten nähert, desto mehr nehmen die Zugspannungen ab; bei lotrechten Stützen und bei durchweg unterstützten Körpern verschwinden sie vollständig. Bei den Gebilden der organischen Natur treten die Zugspannungen im großen Ganzen ebenfalls hinter den Druckspannungen zurück, infolge davon, daß die Stützung derselben i. a. von unten erfolgt und demgemäß die Last durch Druck nach unten hin auf den Erdboden übertragen werden muß. Bei Einzelteilen jedoch, wo die Festhaltung von oben her erfolgt, welche „hängen" (Ranken, hängende Stiele von Früchten und Blättern, Spinnfäden), oder wo Lasten gehoben oder herangezogen werden sollen (Muskeln und Sehnen), kommt ausschließlich Zugbeanspruchung in Frage. Bei reiner Biegungsbeanspruchung (wie bei Baumstämmen durch Wind) sind Zugspannungen und Druckspannungen von gleicher Bedeutung. Die Bauwerke des Menschen zeigen ähnliche Verhältnisse wie die organischen Gebilde. Bei Pfeilern, Mauern und Gewölben überwiegen weitaus die Druckspannungen, bei Hängträgern und Schachtgestängen die Zugspannungen. Bei Balkenträgern sind die beiden Spannungsarten annähernd in gleichem Maße vertreten. Die Druckspannungen überwiegen etwas, wenn wie gewöhnlich die Stützpunkte (Lager) unterhalb der Lastangriffspunkte liegen; andernfalls überwiegen die Zugspannungen. Die nachstehende Untersuchung über Fachwerkträger gibt ein genaueres Bild der einschlägigen Verhältnisse.

Die Angriffspunkte der Lasten P mögen um y unterhalb der Lager liegen. Mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Arbeiten erhält man, wenn man die wirklichen Kräfte (Lasten P und Stabkräfte S) mit gedachten Verschiebungen, die einer konstanten Temperaturerhöhung t entsprechen, kombiniert, die Gleichung

1) $\Sigma P \omega t y = \Sigma S \omega t s$ oder $\Sigma P y = \Sigma S s.$

Für $y = 0$ wird

$$0 = \Sigma S s = \Sigma F \sigma s = \Sigma F s \sigma' - \Sigma F s \sigma'' = \tag{2}$$
$$= \Sigma V' \sigma' - \Sigma V'' \sigma'',$$

wenn man mit σ' und σ'' die Absolutwerte der Zugspannungen und Druckspannungen, mit V' und V'' die Rauminhalte der Zugstäbe und der Druckstäbe bezeichnet.

Ersetzt man σ' durch $E\varepsilon'$ und σ'' durch $E\varepsilon''$, so erhält man

$$0 = \Sigma F s \varepsilon' - \Sigma F s \varepsilon'' \tag{3}$$
$$\text{oder } 0 = \Sigma F \Delta s' - \Sigma F \Delta s''.$$

Nach Multiplikation mit $\left(1 - \frac{2}{m}\right)$, wo m = Querdehnungsziffer, wird

$$0 = \Sigma F \Delta s' \left(1 - \frac{2}{m}\right) - \Sigma F \Delta s'' \left(1 - \frac{2}{m}\right) \tag{4}$$
$$\text{oder } 0 = \Sigma \Delta V' - \Sigma \Delta V'' = \Delta R' - \Delta R'',$$

d. h. die gesamte Raumvergrößerung $\Delta R'$ der Zugstäbe ist gleich der gesamten Raumverminderung $\Delta R''$ der Druckstäbe. Da das Gewicht der Stäbe durch ihre Spannungen und Formänderungen nicht geändert wird, so kann man auch sagen: **Durch Belastungen, die in Lagerhöhe angreifen, wird das spezifische Gewicht des Trägers nicht geändert.** Liegen aber die Angriffspunkte der Belastungen unterhalb der Lager, so wird

$$\Delta R' - \Delta R'' \text{ positiv und zwar} = \left(1 - \frac{2}{m}\right) \frac{1}{E} \cdot \Sigma P y. \tag{5}$$

Der gesamte Rauminhalt des Trägers wird durch die Belastung vergrößert und dementsprechend sein spezifisches Gewicht vermindert. Greifen die Belastungen oberhalb der Lagerwagerechten an, so sind in Gl. 5) die Werte von y negativ; $\Delta R' - \Delta R''$ wird negativ, der Rauminhalt wird verringert, das spezifische Gewicht vergrößert. Die Vorherrschaft der Druckspannungen wächst mit den Stützhöhen y.

2. Parallel mit dem Vorherrschen der Druckspannungen in der unorganischen Natur geht ein Ueberwiegen der Widerstandsfähigkeit gegen Druck bei den natürlichen unorganischen Gebilden, den Gesteinen. Nach den Angaben von Rinne ist deren Druckfestigkeit 8—60 mal höher als deren Zugfestigkeit, nach denen von Bauschinger im Mittel 28 mal. Wenn nun auch diese Zahlen mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, biegungsfreie Zugproben anzustellen, wohl etwas zu hoch sein dürften, so bleibt aber immer noch ein gewaltiges Uebermaß von Druckfestigkeit bestehen. Die Gesteine sind auf verschiedenen, nicht immer erkennbaren Wegen entstanden. Viele sind aus einem Schmelzfluß erstarrt, andere sind aus Dämpfen niedergeschlagen; die meisten haben sich aus wässerigen Lösungen abgesetzt oder auskristallisiert. Die Einzelteilchen sind dann zusammengekittet oder durch den Druck überlagernder Massen miteinander vereinigt worden. In anderen Fällen haben sich beim Zusammentreffen von Gewässern mit verschiedenartigen Lösungen neue, schwerlösliche Verbindungen ausgeschieden. Manche Gesteine sind nachträglich durch chemische und physikalische Einflüsse umgeändert worden, insbesondere durch benachbarte Eruptivgesteine, indem Dämpfe und heiße Lösungen in sie eingedrungen sind. In welcher Weise die Festigkeitseigenschaften der Gesteine, insbesondere das Verhältnis zwischen Druck- und Zugfestigkeit, $K'' : K'$, durch die Art ihrer Entstehung bedingt worden sind, ist noch wenig erforscht. Im allgemeinen nimmt $K'' : K'$ mit der Sprödigkeit zu. Bei vollkommen spröden, gleichmäßigen Materialien dürfte $K'' : K' = m$ zu setzen sein, wo m = Querdehnungsziffer.

Auch die Baustoffe, die der Mensch in ähnlicher Weise wie die unorganische Natur herstellt, sind überwiegend druckfest (Gußeisen, Beton). Erst dort, wo er besondere künstliche Mittel anwendet (Walzen, Schmieden), erhalten seine Erzeugnisse Zugfestigkeiten, welche die Druckfestigkeiten erreichen, z. T. sogar übertreffen (Schmiedeeisen, Stahl). Er kann mit deren Hilfe Gebilde schaffen, die in der unorganischen Natur kein Gegenstück haben, bei denen an den Zugwiderstand besonders hohe Anforderungen gestellt werden (weitgespannte Balkenbrücken, Hängbrücken, Förderseile), während mit den Gesteinen nur Bauten ausgeführt werden können, bei denen vornehmlich Druckwiderstand in Frage kommt (Pfeiler, Gewölbe).

Die organische Natur hat sich für ihre Gebilde, die auf Zug oder auf Biegung beansprucht werden, besondere Baustoffe geschaffen, die dem jeweiligen Bedürfnis genügen (Muskelfaser, Holz). Bei Holz, das im Baumstamm vorwiegend auf Biegung (durch Wind) und zu einem kleinen Teil auch auf Druck (durch Eigengewicht und Schnee) beansprucht wird, ist die Zugfestigkeit 2—4 mal größer als die Druckfestigkeit, was beim ersten Blick als ein unnötiger Aufwand erscheint und mit unserer Vorstellung von dem zweckmäßigen, sparsamen Aufbau der Organismen nicht übereinzustimmen scheint. Bei näherer Betrachtung erweist sich aber auch hier die Natur als großer Baukünstler. Sie trägt bei ihrem Vorgehen gewissermaßen dem verschieden großen Sicherheitsbedarf für Zug und Druck Rechnung: an den durch den Wuchs des Baumes bedingten Astknoten und sonstigen Ungleichmäßigkeiten treten örtliche Verschwächungen auf, die aber weit mehr die Widerstandskraft gegen Zug als die gegen Druck mindern. Ferner ist zur Erzeugung gleich großer Sicherheit bei den äußersten Zugfasern und Druckfasern eine größere Zugfestigkeit in solchen Fällen erforderlich, wo, wie bei Holz, der Elastizitätsmodel für Zug größer ist als der für Druck, weil hierfür die Spannung der äußersten Zugfasern die der Druckfasern übersteigt: Konstante Elastizitätsmodel E' und E' vorausgesetzt ist wegen der Gleichheit der Zugkräfte und der Druckkräfte $E' \int_0^{e'} y\,dF = E'' \int_0^{e''} y\,dF$; ferner ist $\sigma' : \sigma'' = E' e' : E'' e''$. Aus diesen beiden Gleichungen lassen sich die Verhältnisse $e' : e''$ und $\sigma' : \sigma''$ bestimmen. Für Kreisquerschnitte ergeben sich unübersichtliche Ausdrücke; für quadratische Querschnitte, wo die Integrale die einfachen Formen $\frac{b e'^2}{2}$ und $\frac{b e''^2}{2}$ annehmen, ergibt sich

$$\frac{\sigma'}{\sigma''} = \sqrt{\frac{E'}{E''}} \text{ und } \frac{e'}{e''} = \sqrt{\frac{E''}{E'}}, \tag{6}$$

d. h. die Zugspannung ist größer als die Druckspannung, und zwar im Verhältnis der Wurzeln aus den Elastizitätsmodeln.

Bei Druckgliedern ist im Gegensatz zu Zuggliedern die **Gestalt** von großer Bedeutung. Insbesondere kommen hier die in den Knickformeln festgelegten Einflüsse der Länge, des Trägheitsmoments sowie des Elastizitätsmodels in Betracht. Auch eine mindere Festigkeit des Materials in der Querrichtung kann von Einfluß auf die Druckfestigkeit in der Längsrichtung sein: so dürfte die geringere Druckfestigkeit des Holzes z. T. auf dessen Bildung aus einzelnen Längsfasern mit ihrem schwächeren Querzusammenhang zurückzuführen sein. Infolge der Knickbeanspruchung bedürfen die Druckglieder besondere Querschnittszuschläge, die bei den Zuggliedern nicht erforderlich sind. Andrerseits aber sind bei letzteren örtliche Unregelmäßigkeiten und Schwächungen weit fühlbarer als bei Druckgliedern. Querrisse, die bei Druckgliedern ohne wesentliche Bedeutung sind, können den Zugwiderstand sehr beträchtlich mindern, unter Umständen vollständig aufheben. Spröde Materialien, bei denen Haarrisse und Einkerbungen leicht zu Querrissen führen, sind daher zu Zuggliedern wenig brauchbar. Trotz großer „Stoffestigkeit“ haben sie nur eine geringe „Werkfestigkeit“,

insbesondere bei dynamischen Einwirkungen. Ferner sind die Verbindungen von Zuggliedern mit den anstoßenden Gliedern grundsätzlich schwieriger und umständlicher, als die von Druckgliedern, für welche in vielen Fällen ein stumpfer Stoß genügt. Es bedarf dort immer einer Umleitung der Zugkräfte und einer Verwandlung in Druckkräfte, um von der Rückseite her an ihre Angriffstelle zu gelangen, was mit Querschnittsschwächung bzw. mit Mehraufwand von Material verbunden ist (Bildung von Haken und Augen, Verschwächung durch Nietlöcher und Holzverschnitt).

Die Festigkeiten, sowohl die für Druck wie die für Zug, sind i. a. verschieden groß, je nachdem die Belastungen nur einmalig und auf kurze Zeit, oder in millionenfacher Wiederholung (unendlich oft), oder ständig (unendlich lang) einwirken. Man unterscheidet diesen Einwirkungsarten entsprechend „Tragfestigkeit", „Arbeitsfestigkeit" und „Dauerfestigkeit". Gehen die Belastungswechsel bzw. die zugehörigen Spannungswechsel jeweils bis zu völliger Entlastung, so heißt die Arbeitsfestigkeit im besondern „Ursprungsfestigkeit". Die Tragfestigkeit nimmt mit der „Belastungsgeschwindigkeit" ab, d. h. sie wird um so kleiner, je langsamer die Belastungen eintreten und zur Wirkung gelangen. Im theoretischen Grenzfall unendlich kleiner Belastungsgeschwindigkeit fällt die Tragfestigkeit mit der Dauerfestigkeit zusammen. Die Arbeitsfestigkeiten würden bei vollkommen elastischem Material mit der Tragfestigkeit übereinstimmen, wenn keine störenden Nebeneinflüsse auftreten; so aber kann durch kleine Verletzungen der Oberfläche bei sprödem Material die Arbeitsfestigkeit ganz wesentlich gemindert werden. Ist wie bei den wirklichen Baustoffen keine vollkommene Elastizität vorhanden, bleiben nach erfolgter Entlastung von einer gewissen Grenze an Formänderungen (Verformungen) bestehen, dann sinken die Arbeitsfestigkeiten unter die Tragfestigkeit. Bei dem gewöhnlichen Flußeisen beträgt beispielsweise die Ursprungsfestigkeit im Mittel nur etwa die Hälfte der Tragfestigkeit.

Die in der Literatur angegebenen Festigkeitszahlen beziehen sich fast ausschließlich auf die gewöhnlichen Tragfestigkeiten; die besondern Verhältnisse der Arbeitsfestigkeiten und Dauerfestigkeiten sind bis jetzt nur in beschränktem Maße durch Versuche erforscht. Nach theoretischen Erwägungen dürfte kein wesentlicher Unterschied zwischen Ursprungsfestigkeit und Dauerfestigkeit bestehen (vgl. auch Ludwik, Zeitschrift d. Vereins deutsch. Ing., 1913, S. 209). Oftmals wiederkehrende Belastungen sind hiernach nur dann ungünstiger als ständige, wenn sie gleichzeitig auch dynamisch wirken (Stoßwirkung, Momentanwirkung). In der statischen Berechnung können demgemäß die gewöhnlichen Verkehrslasten i. d. R. in gleicher Weise wie die Eigenlast behandelt werden, nachdem ihr Gewicht durch Beifügung einer „Stoßziffer" angemessen erhöht worden ist. Bei außergewöhnlichen Belastungen kommt wegen ihrer Seltenheit die Tragfestigkeit und nicht die Ursprungsfestigkeit in Betracht. Die hierfür zulässige Beanspruchung darf daher entsprechend der höheren Tragfestigkeit erhöht werden.

3. In umstehendem Täflein sind für einige Baustoffe Mittelwerte der Tragfestigkeiten zum Vergleich zusammengestellt. Bei den Gesteinen liegen die Einzelwerte je nach den besonderen Verhältnissen (Unterart, Gewinnungsstelle) innerhalb weiter Grenzen; die äußersten Werte weichen dementsprechend beträchtlich von den Mittelwerten ab. Desgleichen sind auch bei Holz große Verschiedenheiten je nach Standort, Baumalter, Stammstelle, Feuchtigkeitsgrad vorhanden. Die Höchstwerte sind jeweils in () Klammern beigefügt. Zahlen in [] Klammern bezeichnen Einzelwerte. Bei den künstlichen Baustoffen des Menschen sind die Abweichungen von den Mittelwerten i. a. gering, da er bei ihrer Herstellung gleichartige Bedingungen walten lassen kann. Die Festigkeitsangaben für Holz beziehen sich auf Beanspruchungen längs der Faser und auf lufttrocknen Zustand. Quer zur Faser ist die Festigkeit wesentlich geringer, bei Fichtenholz nur etwa 0,1 der Längsfestigkeit; der lebende Baum bedarf eben der Querfestigkeit nur in sehr geringem Maße. Wassergehalt mindert die Festigkeit des Holzes. Bei voller Sättigung (wie bei Bauten im Wasser) sinkt die Druckfestigkeit von Fichtenholz auf etwa 0,4 von der des lufttrocknen Zustandes; ähnlich liegen die Verhältnisse beim Wassergehalt des lebenden Baumes. Die Druckfestigkeit des künstlich gedarrten Fichtenholzes (Wassergehalt = 0) ist über doppelt so hoch wie im lufttrocknen Zustand und etwa viermal höher als im lebenden Baum.

Die Festigkeit des Betons wird jeweils den Anforderungen des Einzelfalles angepaßt und schwankt demgemäß in weiten Grenzen. Die Angabe des Täfleins bezieht sich auf die bei Eisenbetonbauten übliche Qualität für ein Alter von 28 Tagen. Mit zunehmendem Alter wächst die Festigkeit noch sehr beträchtlich, da der Erhärtungsprozeß noch immer weitergeht. Nach den Untersuchungen von Bach kann eine Endfestigkeit von mindestens dem dreifachen Betrag erwartet werden. Dieses Wachsen der Betonfestigkeit ist besonders in solchen Fällen wertvoll, wo mit der Zeit auch eine Zunahme der Belastungen eintreten kann wie bei Eisenbahnbrücken. (Vgl. Zentralbl. d. Bauverwalt. 1908, S. 593.) Im übrigen kann die Festigkeit der Baustoffe mit dem Alter nur abnehmen (gegenüber den im Täflein angegebenen Werten) infolge von Verwitterung bzw. Oxydation. Hiergegen bedürfen insbesondere Holz und Eisen besonderer Schutzmaßregeln.

Aus der Zusammenstellung ist die große Verschiedenheit in den Festigkeitsverhältnissen der unorganischen, der organischen und der künstlichen Baustoffe ersichtlich. Holz weist trotz seiner Weichheit weit größere Zugfestigkeiten auf als das härteste Gestein: Buche $K' = (1530)\ ^{kg}/_{qcm}$ gegen Basalt $K' = (200)\ ^{kg}/_{qcm}$, Bambusfasern kommen sogar mit $K' = [3840]$ an Zugfestigkeit dem gewöhnlichen Flußeisen gleich. Bezüglich der Druckfestigkeit steht jedoch Holz den besseren Gesteinsarten nach: Buche $K'' = 320\ ^{kg}/_{qcm}$, das ausländische Grünherzholz $K'' = [1330]\ ^{kg}/_{qcm}$ gegen Basalt $K'' = 2000\ ^{kg}/_{qcm}$, Sandstein $K'' = 1200\ ^{kg}/_{qcm}$. Die größten Zugfestigkeiten finden sich bei den von Menschen hergestellten Baustoffen: Flußeisen $K' = 4000\ ^{kg}/_{qcm}$, Edelstahl bis zu $K' = [25300]\ ^{kg}/_{qcm}$.

Man kann die Zugfestigkeit als die edlere Festigkeitsart bezeichnen; sie wird im höchsten Maße erst durch die menschliche Intelligenz und durch die organische Natur, die ihrer zweckmäßigen Gebilde wegen von manchen Philosophen „kosmische Intelligenz" genannt wird, geschaffen. Wo es nicht durch den besonderen Zweck geboten ist, baut letztere nicht mit den edleren, zugfesten Stoffen, sondern mit den geringwertigeren unorganischen, wie bei den Knochen, die vorwiegend Druck auszuhalten haben. Bei Eisenbetonbauten schlägt der Mensch ein ähnliches Verfahren ein. Zur Aufnahme der Druckkräfte benutzt er den geringwertigeren Beton; das hochwertige Eisen wird in sparsamer Weise vornehmlich nur bei Zugbeanspruchungen verwendet.

Die Festigkeit ist auch von der Temperatur der Baustoffe abhängig. Die nachstehenden Angaben beziehen sich auf die normalen Gebrauchstemperaturen. Bei steigender Temperatur nimmt die Festigkeit im großen ganzen ab. Bei Eisen steigt sie anfänglich bis zu 200° (Blauwärme) auf das 1,25fache und nimmt dann rasch ab. Bei 600° beträgt sie nur noch $^1/_4$ der normalen Festigkeit. (Vgl. „Ueber die Tragfähigkeit von Eisenbauten bei hohen Wärmegraden", Deutsche Bauztg. 1889.)

Täflein.

	Druckfestigkeit K'' kg/qcm	Zugfestigkeit K' kg/qcm	$K'':K'$	Raumgewicht γ kg/ccm	Traglänge für Druck; $L''m$	Traglänge für Zug; $L'm$
Basalt	2000 (5000)	(200)	(25)	2,9 (3,3)	6900	(600)
Granit	1600 (3000)	30	53	2,6 (3,0)	6200	(100)
Sandstein	1200 (1800)	—	—	2,3	5200	—
Kalkstein	1000 (1500)	—	—	2,6	3900	—
Bausteine i. a.	—	—	8—60	—	—	—
Kiefer	280 (525)	800 (1382)	1 : 2,8	0,65	4300	12300
Fichte	250 (547)	750 (1053)	1 : 3	0,50	5000	15000
Eiche	350 (716)	970 (1819)	1 : 2,8	0,85	4100	11400
Buche	320 (656)	1350 (1530)	1 : 4,2	0,75	4300	18000
Bambus	[979]	[3840]	[1 : 4,5]	[0,87]	[11300]	[44000]
Grünherz	[1330]	—	—	[1,26]	[10500]	—
Tiekholz	[1126]	—	—	[0,62]	[18100]	—
Ziegel	250 (300)	—	—	1,5 (1,55)	1700 (1900)	—
Beton (jung)	200 (250)	—	15 (20)	2,3 (2,4)	900 (1000)	—
Beton (sehr alt)	[750]	—	—	[2,4]	[3100]	—
Lederriemen	—	350 (450)	—	0,86	—	4100
Hanffaser	—	1200	—	1,5	—	8000
Papier 1. Klasse	—	550	—	1,1	—	6000
Gußeisen	7500 (8500)	1500 (1800)	5	7,25	10300	2100
Flußeisen	3200 (4000)	4000 (4500)	0,8	7,85	4000	5000
Flußstahl	4200	7000 (10000)	0,6	7,86	5400	8900 (12700)
Tiegelstahldraht	—	(18000)	—	7,80	—	(23000)
Bester Edelstahldraht	—	[25300]	—	7,8	—	[32400]

Bemerkung: Die Zahlen in () Klammern bedeuten Höchstwerte, die in [] Klammern Einzelwerte, die freien Zahlen Mittelwerte. Sie beruhen auf Angaben aus: Ingenieur-Taschenbuch Hütte; Förster, Baumaterialienkunde und Taschenbuch für Bauingenieure; Winkler, Hölzerne Brücken; Lang, Das Holz als Baustoff.

4. Der „statische Bauwert" eines Baustoffs ist proportional seiner Festigkeit K, die auf die Raumeinheit oder auf die Gewichtseinheit γ (Raumgewicht) bezogen werden kann. Abgesehen von den Fällen, wo möglichst kleiner Rauminhalt verlangt wird (beschränkte Bauhöhe oder Baubreite), ist letzterer, $W_s = K:\gamma$, maßgebend. Er ist der Dimension nach eine Länge $\left(=\frac{\text{Kraft}}{l^2}:\frac{\text{Kraft}}{l^3}\right)$ und wird als solche „Traglänge" (bei Zugbeanspruchung auch „Reißlänge") genannt. Letztere erscheint als Länge einer Säule konstanten Querschnitts, die durch ihr eignes Gewicht die Tragfähigkeit ihrer Grundfläche verzehrt. Wie das Täflein zeigt, sind die Traglängen L' für Zug bei den organischen Stoffen besonders groß und übertreffen nicht nur die Traglängen der Gesteine für Druck L'', sondern auch die von Eisen und Stahl. So ist die Zugtraglänge des Buchenholzes 2,9 mal größer als die Drucktraglänge des Granits, 3,6 mal größer als L' von Flußeisen und doppelt so groß wie die von Flußstahl. Der beste Edelstahl mit $L' = 32400^m$ steht noch beträchtlich hinter Bambus mit $L' = 44000^m$ zurück. Leider kann der große Bauwert des Holzes bei unseren Bauwerken in den meisten Fällen wegen der Schwierigkeit und Mängel der gewöhnlichen Zugverbindungen und der geringen Anpassungsfähigkeit an den wechselnden Querschnittsbedarf nur sehr unvollkommen, in weit geringerem Maß als bei Eisen und Eisenbeton ausgenutzt werden. Der „praktische Bauwert" steht bei ihm weit hinter dem „theoretischen", insbesondere bei reiner Zugbeanspruchung, zurück. Anders beim Bauwerk der Natur, dem Baum, der in sparsamster Weise ohne jegliche Stoßverbindung im Stamm als Körper gleichen Widerstands gebildet ist (vgl. Metzger, Mündener Forsthefte 1891).

Anmerkung. Durch Anwendung geeigneter Klebstoffe kann den angegebenen Mißständen zum größten Teile abgeholfen werden (Bauweise von Hetzer, Zentralbl. d. Bauverwaltung 1910). Es wird hierbei möglich, größere Bauglieder aus einzelnen ausgesuchten Stücken, welche frei von den natürlichen Schwächungen des Baumes durch Astknoten sind, zusammenzusetzen und hierdurch die Güte des Baustoffs besser auszunutzen als die Natur selbst, die eben noch anderen Zwecken Rechnung tragen muß: die „Werkfestigkeit" des „Hetzerholzes" ist größer als die „Baumfestigkeit". Derartige Holzbauten können unter Umständen Eisen- und Eisenbetonbauten weit übertreffen.

Der Einfluß des statischen Bauwerts, der Traglänge L, auf das Eigengewicht von Trägern wächst mit deren Spannweite. Bei kleinen Spannweiten, wo die Eigenlast hinter den übrigen Belastungen fast vollständig zurücktritt, sind die Eigengewichte umgekehrt proportional der Traglänge. Mit wachsender Spannweite verzehrt die wachsende Eigenlast einen immer größeren Teil der Tragfähigkeit des Baustoffs, bis schließlich bei der „Grenzweite" l_0 die gesamte Tragfähigkeit zum Tragen der Eigenlast in Anspruch genommen wird und für die Nutzlast nichts mehr übrig bleibt. Eine einfache theoretische Betrachtung, die nur die Hauptzüge ins Auge faßt, ergibt folgendes:

Für einen freiaufliegenden Träger von der Spannweite l und der Höhe h, wo die Eigenlast g, die Last der Fahrbahn q und die Verkehrslast p für die Längeneinheit konstant sind, läßt sich der mittlere Querschnitt näherungsweise setzen

$$F = \frac{2\,(g+q+p)\,l^2\,\delta}{8\,h\,\varkappa} = \frac{(g+q+p)\,m\,n\,\delta\,l}{4\,K},$$

wo δ = Bauziffer, die dem Mehraufwand durch Stoßdeckungen, mangelnde Querschnittsanpassung und Knickzuschläge, Nietverschwächung u. dgl. Rechnung trägt; $\varkappa$ = zulässige Beanspruchung $= K:n$; n = Sicherheitszahl; $m = l:h$.

Mit $F = g:\gamma$ ergibt sich aus vorstehender Gleichung

$$g = \frac{\gamma\,(g+q+p)\,m\,n\,\delta\,l}{4\,K} \text{ und, da } L = \frac{K}{\gamma},$$

7) $$g = \frac{(q+p)\,\gamma\,\delta\,m\,n\,l}{4\,K} : \left(1 - \frac{\gamma\,\delta\,m\,n\,l}{4\,K}\right) = \frac{0{,}25\,(q+p)\,\delta\,m\,n\,l}{L - 0{,}25\,\delta\,m\,n\,l}.$$

Für sehr kleine Spannweiten erhält man hieraus annähernd $g = 0{,}25\,(q+p)\,\delta\,m\,n\,l : L$, also umgekehrt proportional der Traglänge L. Mit wachsendem l wächst die Eigenlast g hyperbolisch und wird für $l = l_0$ (Grenzweite) unendlich groß. Dies ist der Fall, wenn $L = 0{,}25\,\delta\,m\,n\,l_0$; d. h. die Grenzweite ist: $l_0 = 4\,L:\delta\,m\,n$.

Beispielsweise folgt hieraus mit $\delta = 1{,}33$, $n = 3$, $m = 10$ die Grenzweite zu $l_0 = 0{,}1\,L$.

Im Produkt $0{,}25\,m$ ist der Einfluß des Trägersystems und der Trägeranordnung zum Ausdruck gebracht. Bezeichnet man dasselbe mit μ (Systemziffer), so nimmt Gleichung 7) die allgemeine, auch für andere Systeme brauchbare Form an

7 a) $$g = \frac{(q+p)\,\delta\,\mu\,n\,l}{L - \delta\,\mu\,n\,l},$$

wo im Einzelfall der jeweilige Sonderwert von μ einzuführen ist. Für eiserne Bogenträger ist der Wert von μ nur etwa 2 Drittel von dem für Balkenträger. Bei Eisenbeton ist das Verhältnis für Balken gegenüber Bogenträgern noch ungünstiger wegen der sehr geringen Wirksamkeit des Betons auf der Zugseite.

Dividiert man in Gl. 7 a) Zähler und Nenner mit $\delta\,\mu\,n$ und bezeichnet den Ausdruck $1:\delta\,\mu\,n$ mit φ („Verwertungsziffer"), so erhält man

7 b) $$g = \frac{(q+p)\,l}{L\varphi - l}.$$

Das Produkt $L \cdot \varphi$ kann als „verwertbare Traglänge" bezeichnet werden. Sie ist gleich der Grenzweite l_0, wie aus Gl. 7 b) für $g = \infty$ folgt.

Gleichung 7 a) läßt den mit der Spannweite l wachsenden Einfluß der Faktoren $\mu\,n$ und δ deutlich erkennen. Je größer l, desto größere Sorgfalt muß auf ihre Kleinhaltung gerichtet werden.

Die Sicherheitszahl n hängt ab 1. von der Genauigkeit der Rechnung: statisch bestimmte Systeme lassen sich genauer berechnen und bedürfen daher nur eines kleineren n als statisch unbestimmte. 2. Von der Zuverlässigkeit und Gleichmäßigkeit des Baustoffs: sprödes, gegossenes Material erfordert ein größeres n als zähes, gewalztes; natürliche Baustoffe (unorganische und organische) zeigen i. d. R. größere Ungleichmäßigkeiten als künstliche, da sie unter mehr oder minder verschiedenartigen, zufälligen Bedingungen entstanden sind, während der Mensch bei seinen Erzeugnissen gleichmäßige Bedingungen einhalten kann. 3. Von der zu erwartenden Sorgfalt der Ausführung und ihrer Ueberwachungsfähigkeit, die mit der Art des Baustoffs zusammenhängt. Die Bauziffer δ wird, abgesehen von der Sorgfalt beim Entwerfen, durch die Eigenschaften des Baustoffs bedingt, von dessen Anpassungsfähigkeit an die Querschnittsbedürfnisse und dessen Verbindungsfähigkeit. In letzterer Beziehung sind die reinen Druckglieder grundsätzlich am günstigsten daran; bei Steingewölben jedoch entsteht in der Ausführung durch Ausfüllung der Stoßfugen mit dem minderwertigeren Mörtel eine wesentliche Schwächung. Um sehr große Spannweiten zu ermöglichen, müssen die Stoßverbindungen (Fugen) in kräftigerer, wenn auch weniger einfachen und billigen Weise gebildet werden. (Vgl. „Ueber weitgespannte Wölbbrücken", Zeitschr. des Hannov. Arch.- u. Ing.-Vereins 1907.) Eisen und Eisenbeton besitzen verhältnismäßig gute Verbindungsfähigkeit. Bei Holz kann durch die gewöhnlichen Zugverbindungen ein Verlust von mehr als 50 % entstehen; eine Minderung des Verlusts wird durch die Mitwirkung von Eisen erreicht.

Während in den durch die Formeln 7) dargestellten Fällen das Eigengewicht nicht sowohl durch den Absolutwert des Raumgewichts γ bedingt wird als durch dessen Verhältnis zur Festigkeit K, d. h. durch die Traglänge $L = K:\gamma$, kommt in anderen Fällen der Absolutwert von γ auch für sich allein zur Geltung. Handelt es sich beispielsweise darum, ein bestimmtes äußeres Kraftmoment M durch einen massiven Querschnitt von bestimmter Form aufzunehmen, so bedarf es hierzu eines Widerstandsmoments $W = \frac{M}{\varkappa} = \frac{Mn}{K}$. Nun ist W proportional der 1,5ten Potenz der Querschnittsgröße, $W = \beta F^{1,5}$, somit

8) $$F = \left(\frac{W}{\beta}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{Mn}{\beta K}\right)^{\frac{2}{3}}$$

und $$g = \gamma F = \gamma\left(\frac{Mn}{\beta K}\right)^{\frac{2}{3}} = \gamma^{\frac{1}{3}}\left(\frac{Mn\gamma}{\beta K}\right)^{\frac{2}{3}} = \gamma^{\frac{1}{3}}\left(\frac{Mn}{\beta L}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

Das Baugewicht g ist hiernach bei gleicher Traglänge L um so geringer, je kleiner das Raumgewicht γ ist. Die Bildung der Baumstämme, die vornehmlich die Biegungsmomente des Winddrucks auszuhalten haben, durch den leichten Baustoff Holz erscheint hiernach vom technischen Standpunkt aus besonders vorteilhaft.

Dort, wo das Material nicht nur durch seine Festigkeitseigenschaften, sondern vornehmlich auch durch sein Gewicht die Standfestigkeit des Bauwerks bewirken muß, wie bei Stützmauern, ist i. d. R. der schwerere Baustoff statisch im Vorteil. Doch kann das erforderliche Gewicht unter Umständen auch auf andere billigere Weise beschafft werden, wie bei den Winkelstützmauern aus Eisenbeton, wo das Gewicht der Hinterfüllung zur Erzielung der Standfestigkeit herangezogen wird.

5. Die wirtschaftliche Bedeutung (Wertigkeit) eines Baustoffs ist je nach den Verhältnissen des vorliegenden Einzelfalls sehr verschieden. Sie kommt in den Gesamtkosten des betreffenden Bauwerks zum Ausdruck und ist eine Funktion des statischen Bauwerts (d. i. der verwertbaren Traglänge $L\varphi$) und der Kosten der Gewichtseinheit („Werkpreis" c) im fertigen Bauwerk, bei welchem neben den unmittelbaren Baukosten auch noch die Kosten für Unterhaltung und Erneuerung zu berücksichtigen sind. Der Wert von c ist abhängig von Zeit, Ort und den besonderen Bauverhältnissen, insbesondere auch von der Spannweite l.

In dem durch Gleichung 7) dargestellten Falle sind die Gesamtkosten des Trägers

8) $$C = g\,l\,c = \frac{(q+p)\,l^2\,c}{L\varphi - l}$$

und für kleine Spannweiten annähernd

8 a) $$C = (q+p)\,l^2\,c : L\varphi,$$

c und $L\varphi$ sind hier von entgegengesetzt proportionalem Einfluß auf die Kosten; eine Vergrößerung des statischen Bauwerts kann durch einen erhöhten Werkpreis wirtschaftlich unwirksam gemacht werden. Mit wachsender Spannweite kommt jedoch, wie Gl. 8) zeigt, der Einfluß von $L\varphi$, d. h. der besseren Qualität, immer stärker zur Geltung. Von einer gewissen Spannweite, der „Uebergangsweite" $\overline{l}$, an übertrifft hochwertiges Material stets das geringwertigere, wenn es nicht schon von Anfang an (für $l = 0$) wirtschaftlicher ist. Vergleicht man die Kosten eines

hochwertigen Materials $C_1 = c_1 (q_1 + p) l^2 : (L_1 \varphi_1 - l)$ mit denen eines geringwertigeren $C_2 = c_2 (q_2 + p) l^2 : (L_2 \varphi_2 - l)$, so erhält man aus $C_1 = C_2$ für $q_1 = q_2$ die Uebergangsweite $\overline{l}_{12} = \frac{L_2 \varphi_2 c_1 - L_1 \varphi_1 c_2}{c_1 - c_2}$. Für $\overline{l}_{12} \leqq 0$, d. h. $\frac{c_1}{c_2} \leqq \frac{L_1 \varphi_1}{L_2 \varphi_2}$ ist das hochwertige Material durchgehends wirtschaftlich vorteilhafter.

In der Regel handelt es sich nun aber nicht um das Tragwerk allein, sondern um das ganze Bauwerk, einschließlich Stützwerk (Widerlager und Pfeiler). Die Kosten des Stützwerks hängen unmittelbar nur von seinem eigenen Gewicht, mittelbar aber auch von dem des Tragwerks ab; man kann sie setzen $C' = A + \beta (g + q + p) l c'$, wo A die von der Belastung durch das Tragwerk unabhängigen Kosten, c' den Werkpreis des Stützwerks bezeichnen. Die Gesamtkosten einschließlich Fahrbahn betragen:

$$
9)\left\{\begin{aligned}
\mathfrak{C} &= C' + C + C'' = A + \beta (g + q + p) l c' + g l c + q l c'' \\
&= A + \beta \left[\frac{(q+p) l}{L\varphi - l} + q + p\right] l c' + \frac{(q+p) l^2 c}{L\varphi - l} + q l c'' \\
&= A + \frac{\beta (q+p) l L \varphi c'}{L\varphi - l} + \frac{(q+p) l^2 c}{L\varphi - l} + q l c'' \\
&= A + \left[\frac{\beta l L \varphi c' + l^2 c}{L\varphi - l} + l c''\right] q + \frac{\beta l L \varphi c' + l^2 c}{L\varphi - l} \cdot p.
\end{aligned}\right.
$$

Aus vorstehenden Gleichungen geht hervor, daß der mit der Spannweite l wachsende günstige Einfluß hochwertigen Trägermaterials bei Mitberücksichtigung des Stützwerks (insbesondere der Widerlager) noch stärker hervortritt als beim Tragwerk allein. Die Kostenlinie $\mathfrak{C}_1$ eines hochwertigen Materials rückt verhältnismäßig weniger in die Höhe als die eines geringwertigeren $\mathfrak{C}_2$. Die Uebergangsweite $\overline{l}_{12}$ wird kleiner als beim Tragwerk allein und zwar um so mehr, je stärker die Widerlagerkosten ins Gewicht fallen, je größer die Stützhöhe und je schlechter der Baugrund ist. So kann für kleinere Spannweiten bei günstigen Widerlagerverhältnissen eine gewölbte Eisenbetonbrücke billiger sein als eine eiserne Bogenbrücke mit steinernen Widerlagern, während bei ungünstigen Verhältnissen die eiserne Brücke möglicherweise den Vorzug verdient.

Der Einfluß der Fahrbahn auf die Gesamtkosten hängt sowohl von ihren eignen Kosten ($q l c''$) wie von ihrem Gewicht q für sich allein ab. Wie Gleichung 9) zeigt, tritt der Einfluß des Gewichts q mit steigender Spannweite und wachsenden Werkpreisen c und c' von Tragwerk und Stützwerk immer stärker in den Vordergrund; es wird dann immer vorteilhafter, am Gewicht der Fahrbahn auf Kosten ihres Werkpreises c'' zu sparen.

Für die Wahl des im Einzelfall anzuwendenden Baustoffs ist die Kostenfrage, die auf rechnerischem Wege gelöst werden kann, von der größten Bedeutung. Sie ist aber nicht allein maßgebend. Neben ihr kommen noch andere Rücksichten mehr oder weniger stark in Betracht, wie insbesondere das Aussehen, die Gebrauchstüchtigkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen chemische und physikalische Einflüsse (Feuersicherheit), die Leitungsfähigkeit von Wärme und Schall. Die Bewertung der einzelnen Gesichtspunkte im besonderen Fall und die endgültige Entscheidung ist Sache des durch Erfahrung geschulten technischen Urteils; sie kann nicht errechnet werden.

Erddrucktabellen.

Von Geh. Hofrat Prof. M. Möller (Braunschweig).

Mit Recht empfiehlt O. Franzius im Jahrgang 1918 dieser Zeitschr., S. 185, die einmalige Ausrechnung der Erddruckwerte E für verschiedene Fälle und deren Zusammenstellung in Tabellen; das etwa so, wie man die Widerstandsmomente eiserner Träger in Tabellenform gibt und beim Gebrauch daraus entnimmt, um sie nicht jedesmal neu ausrechnen zu müssen. Ein ähnliches Verfahren ist unbedingt auch für die Erddruckbestimmung bequem und übersichtlich; es ist aber nicht neu, sondern von mir schon vor 16 Jahren als wertvoll erkannt und meinen Erddrucktabellen*) zugrunde gelegt. Nur ist meine Schreibweise etwas kürzer und im Gebrauch noch bequemer als diejenige von Franzius.

Für 1 lfd. ^{m} Wand und h Meter Wandhöhe gebe ich den Erddruck E in der Form:

Gl. 1) $E = i h^{2\,\mathrm{kg}}$,

während Franzius schreibt:

Gl. 2a) $E = \mu W$, darin ist: Gl. 2b) $W = 500\, h^{2\,\mathrm{kg}}$.

Meine Tabellen geben die Werte i also unmittelbarer, z. B. für nassen Boden bei 30^0 Böschungswinkel und $1850\ ^{\mathrm{kg}}/_{\mathrm{cbm}}$ Bodengewicht steht da Tabelle I, Fall 3, $i = 290$, so daß folgt:

$E = 290\, h^{2\,\mathrm{kg}}$ und für $h = 4^{\mathrm{m}}$ $E = 290 \cdot 4^{2\,\mathrm{kg}} = 4640^{\mathrm{kg}}$.

Auch ist zum Vergleich für den reinen Wasserdruck W der Wert $i = 500$ und $W = 500\, h^{2\,\mathrm{kg}}$ dort noch genannt.

Während ich mit Franzius in dem Hauptgedanken der Aufstellung und Benutzung von Erddrucktabellen übereinstimme, möchte ich doch glauben, daß die einfachere Form der Benutzung meiner Gl. 1) bequemer und auch für die Studierenden wie bauenden Ingenieure übersichtlicher ist, als die Beschreitung des Umweges über die beiden Formeln Gl. 2a) und 2b) von Franzius.

Bei meiner Anwesenheit in Schweden 1909 wie 1916 hatte ich Gelegenheit, zu sehen, daß meine Erddrucktabellen dort eingeführt sind, das sowohl in Gothenburg, Trollhättan wie in Stockholm.

*) Max Möller, Erddrucktabellen, 1902. Verlag von S. Hirzel, Leipzig.

Bekanntmachung.

Unter Beziehung auf § 27 Abs. 7 der Prüfungsvorschriften vom 13. November 1912 werden die Regierungsbaumeister, die im Jahre 1913 die Staatsprüfung bestanden haben, sowie die Regierungsbauführer, die in dieser Zeit die häusliche Probearbeit eingereicht, nachher die Staatsprüfung jedoch nicht bestanden haben oder in die Prüfung nicht eingetreten sind, aufgefordert, die Rückgabe ihrer für die Prüfung eingereichten Zeichnungen nebst Mappen und Erläuterungsberichten usw. zu beantragen. Die Probearbeiten, deren Rückgabe bis zum 1. April 1919 nicht beantragt worden ist, werden zur Vernichtung veräußert werden.

In dem schriftlich an uns zu richtenden Antrage sind auch die Vornamen und bei den Antragstellern, die die Staatsprüfung bestanden haben, Tag, Monat und Jahr des Prüfungszeugnisses anzugeben. Die Rückgabe wird entweder an den Verfasser der Probearbeit oder an dessen Bevollmächtigten gegen Empfangsbestätigung erfolgen; auch kann die kostenpflichtige Rücksendung durch die Post beantragt werden.

Berlin, den 9. Dezember 1918.

Technisches Oberprüfungsamt.
Sympher.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsbericht.

Vereinsversammlung vom 23. Oktober 1918.
Vorsitzender: Herr Schleyer, Schriftführer: Herr Mohr.
Anwesend: 12 Mitglieder.

Die Versammlung ehrt das Andenken der verstorbenen Ehrenmitglieder Launhardt (Hannover) und Exz. Schröder (Berlin) und des auf dem Felde der Ehre gefallenen außerordentlichen Mitgliedes Henseling durch Erheben von den Sitzen. — Der Minister der öffentlichen Arbeiten hat dem Vereine zum letzten Male einen Zuschuß von 1000 M. für die Vereinszeitschrift bewilligt, über deren Fortführung der Verein sich daher bald schlüssig werden muß. — Dipl.-Ing. Luckhaus wird in den Verein aufgenommen. — Herr Geh. Baurat Nessenius erstattet Bericht über die Abgeordneten-Versammlung der Verbandsvereine in Kassel am 15. und 16. Juni d. J. — Es folgt der Vortrag von Herrn Prof. Nußbaum über „Sparsame Bauweise". Der Forderung der Sparsamkeit stehen entgegen die unbedingt zu erfüllenden Forderungen 1. der Förderung des Heimstättenbaues (im Gegensatz zum Mietskasernenbau), 2. des guten Wärme- und Wetterschutzes, 3. der Dauerhaftigkeit (Ersparnis an Reparaturkosten) und 4. der Befriedigung der erhöhten Ansprüche an die Heizungs-, Beleuchtungs- und Kocheinrichtungen. Daher werden nach Abwägung dieser widerstreitenden Forderungen folgende Vorschläge gemacht: 1. im Außengebiet eine den Bodenpreisen entsprechende Weiträumigkeit der Siedlung unter Einschränkung der Straßen- und Leitungskosten, 2. Einschränkung der Größe (nicht Zahl) der Nebenräume, 3. Einschränkung der Geschoßhöhen (Kohlenersparnis, Wärme nach Flügge u. a. wichtiger als Licht und Luft), 4. in Miethäusern (nicht auch in Heimstätten) Schaffung vieler 2-Raum-Wohnungen (da viele junge Ehepaare), 5. Massenherstellung einzelner Bauteile auf Grund von Einheitsmaßen, 6. sachgemäße Vorarbeiten, Verbesserung der Geräte und Gerüste, 7. Verbilligung der Maurerarbeiten durch Herstellung der Außenmauern aus mit Bimssand gefüllten Hohlwänden aus Betonklötzen (nicht Ziegelsteinen) mit nur dünnem Putz, der tragenden Innenwände aus guten Ziegeln und schnell abbindendem Putz, 8. keine Dachwohnungen, dafür lieber ein Vollgeschoß mehr und leichtes flaches Dach (Bimsbetonplatten), 9. leichtere Tischlerarbeiten: bei den Fenstern keine Kämpfer, bei breiten Fenstern Mittelpfosten (gut gegen Winddruck und nur Vorreiber erforderud), dagegen in allen zu heizenden Räumen Doppelfenster, davon die Innenflügel doppelt verglast; bei den Türen: leichtere Ausführung des Rahmens, Einschränkung der Größe (Innentüren 85^{cm}, Neben-[Abort-]türen 55^{cm} breit, Haus- und Vorplatztüren so groß wie möglich), 10. Fußboden: Estrich billiger als Fliesen, aber nicht so haltbar, zu Dielenfußboden nur Holz, das des sehr teueren Anstriches nicht bedarf, z. B. Pitchpine, 11. Leitungen nicht aus Gußeisen und Blei, sondern aus Flußeisen und Stahl, 12. elektrisches Licht billiger als Gas aus Gasanstalten, 13. zur Speisenbereitung Grude mit Siebfeuerung. — Der Vortragende wird die Berliner Ausstellung über „Sparsame Bauweise" besuchen und darüber dem Verein berichten, worauf dann später im Verein eine Aussprache über den Gegenstand stattfinden soll. — Ende gegen 10 Uhr.

Vereinsversammlung vom 15. Januar 1919.
Vorsitzender: Herr Schleyer. Schriftführer: Herr Kaiser.
Anwesend 29 Mitglieder.

Nach Begrüßung der aus dem Felde heimgekehrten Mitglieder, insbesondere der anwesenden Herren Kaiser und Kiecker, regt der Vorsitzende die Neuwahl des Vorstandes an, die jedoch abgelehnt wird; der Vorstand wird in der bisherigen Zusammensetzung wiedergewählt. — Nach Mitteilung geschäftlicher Eingänge wird ein Antrag auf Stundung des Vereinsbeitrages genehmigt und auf Anregung eines auswärtigen Mitgliedes die Anlegung eines Postscheckkontos für den Verein beschlossen. — Als Vertreter des Vereins im Ausschuß des Allgemeinen Akademikerbundes Hannover wird Herr de Jonge gewählt, der die Wahl annimmt. — Als Mitglieder werden die Herren Polizeibaumeister Schütte in Hannover und Oberlehrer Dr.-Ing. Thieme in Buxtehude aufgenommen.

Der Bericht über die Rechnungsprüfung für 1917 wird genehmigt und dem Vorstande Entlastung erteilt unter dem Ausdruck des Dankes an den Rechnungsführer und die Rechnungsprüfer. — Zur Prüfung der Rechnung für 1918 wird die bisherige Kommission wiedergewählt.

Auf den Hinweis des Vorsitzenden, daß der Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine das Erscheinen der Verbandszeitschrift eingestellt hat, wird die Frage aufgeworfen, ob es bei dem gänzlichen Versagen des Verbandes während der letzten Jahre für den Verein nicht ratsamer sei, aus dem Verbande auszutreten und die dadurch freiwerdenden Mittel der Vereinszeitschrift zuzuwenden. Nach längerer Aussprache, an der sich neben dem Vorsitzenden die Herren Wolf, Taaks, de Jonge und Knoch beteiligen, kommt die Versammlung zu dem Beschluß, für dieses Jahr zunächst noch in dem Verbande zu bleiben, diesen jedoch auf das Unzulängliche seiner Arbeit und seiner Erfolge eindringlichst aufmerksam zu machen. Infolge des Fortfalles der Verbandszeitschrift sei die Fortführung unserer Vereinszeitschrift, deren Beibehaltung der Vorstand noch am 6. November 1918 einstimmig beschlossen hat, um so notwendiger und trotz der verfügbaren knappen Mittel durchführbar, wenn die nunmehr wegfallenden Verbandsbeiträge für die Vereinszeitschrift verwendet werden. Herr Schleyer empfiehlt dringend, die Zeitschrift wenigstens im Umfange der letzten Jahre weiterzuführen, weil mit der Zeitschrift der Verein steht und fällt, denn die weitaus größte Mehrzahl der auswärtigen Mitglieder binde die Zeitschrift an den Verein. Man müsse von der Zukunft die Hebung des Vereins erwarten. Es wird darauf beschlossen, die Zeitschrift nötigenfalls unter Zuschuß von rund 1000 M. aus dem Vereinsvermögen beizubehalten; ein Ausschuß, bestehend aus den Herren Franzius, Kanold und Wolf soll den Vorstand in dem nach außen wirksameren Ausbau der Zeitschrift unterstützen.

Der Verein tritt dem Allgemeinen Akademikerbund Hannover und dem Bund technischer Berufsstände korporativ bei und erklärt seinen Austritt aus dem Verband wissenschaftlicher Vereine in Hannover.

Längere Debatte entspinnt sich über den Antrag des Herrn Knoch, der Vereinigung beizutreten, die durch Zusammenschluß des B. D. A. und der D. F. A. zur Wahrung künstlerischer Interessen in Hannover kürzlich begründet ist. Obwohl einzelne schwerwiegende Bedenken

vorgebracht werden, entschließt sich die Versammlung, nachdem die Herren Franzius, de Jonge, Kanold, Knoch, Schleyer, Taaks und Wolf sich eingehend geäußert haben, für den Anschluß.

Der Vorsitzende erblickt in der lebhaften Beteiligung eine gute Vorbedeutung für das beginnende Vereinsjahr und schließt die Sitzung um $11^1/_2$ Uhr.

Jahresbericht für 1918.

Zu Anfang des Jahres hatte der Verein:

3 Ehrenmitglieder,
1 korrespondierendes Mitglied,
93 einheimische } ordentliche Mitglieder,
144 auswärtige }
5 einheimische } außerordentliche Mitglieder
6 auswärtige }

zusammen 252 Mitglieder.

Durch den Tod verlor der Verein folgende Mitglieder:

1. Ehrenmitglieder:

Geh. Reg.-Rat, Dr.-Ing. Launhardt in Hannover, Wirkl. Geh. Rat, Dr.-Ing. Schroeder in Berlin.

2. Ordentliche Mitglieder:

Reg.- und Baurat Schwidtal in Kassel, Ingenieur B. Stock in Gr.-Lichterfelde.

3. Außerordentliches Mitglied:

Dipl.-Ing. Henseling in Hannover.

Aus dem Verein sind im Jahre 1918 ausgetreten: 5 ordentliche Mitglieder.

In den Verein wurden aufgenommen: 4 ordentliche Mitglieder und 2 außerordentliche Mitglieder. Außerdem wurde ein Mitglied von den außerordentlichen zu den ordentlichen überführt.

Am Schlusse des Jahres 1918 stellte sich die Gesamtzahl der Mitglieder auf 250, nämlich:

1 Ehrenmitglied,
1 korrespondierendes Mitglied,
235 ordentliche } Mitglieder.
13 außerordentliche }

Von diesen wohnen 137 in Stadt und Provinz Hannover, 63 in den übrigen preußischen Provinzen, 24 in den übrigen Staaten des Deutschen Reiches, 18 im europäischen Auslande, 6 im außereuropäischen Auslande.

Von unseren Mitgliedern waren etwa 50 zu den Fahnen einberufen. Soweit uns bekannt geworden, sind außer dem Dipl.-Ing. Henseling aus Hannover im Jahre 1918 keine Mitglieder vor dem Feinde gefallen oder ihren Verwundungen erlegen.

Im Jahre 1918 hielt der Verein vier Versammlungen ab; es hielten Vorträge: Herr Stadtbaurat Wolf: „Der volkswirtschaftliche Wert der Anlagen für die Leibesübungen"; Herr Geh. Regierungsrat Prof. Halmhuber: „Die gleichförmigen Teile im Kunstwerk"; Herr Privatdozent Dr. Habicht: „Die mittelalterliche Bildhauerkunst Hildesheims"; Herr Prof. Nußbaum: „Sparsame Bauweise".

Von einer Neuwahl des Vorstandes für 1919 ist abgesehen worden; derselbe führt in der bisherigen Zusammensetzung die Geschäfte weiter.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Professor Dr.-Ing. Michel in Hannover.

Kunstgeschichte und Aesthetik.

Die römische Villa bei Blankenheim und die Erhaltung der römischen Baudenkmäler in der Rheinprovinz. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 17.)

Aus der Frühzeit des christlichen Kirchenbaues im Westen; von Ed. Anthes. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 14.)

Konstantins Heilige Grabeskirche in Jerusalem; von Hasak. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 237.)

Das Grabmal des Theoderich zu Ravenna; von Dr.-Ing. E. P. Riesenfeld. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 121.)

Denkmäler frühgermanischer Baukunst in den Pyrenäen; von Dr.-Ing. Fritz Block. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 109.)

Die Quellen über Erwin von Steinbach und sein Werk; von Hasak. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 19.)

Das alte Kirchlein zu Greifensee. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 148.)

Ebernburg bei Kreuznach; von Bode-Rethmar. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 90.)

Ehemalige Doppelkapitelle auf der Wartburg; von G. Voß. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 70.)

Theophilus-Glocken im Herzogtum Braunschweig; vom Oberbaurat Hans Pfeifer. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 49.)

Das Kloster Kreuzberg (Philippstal) und seine Säulenbasilika; von E. Wenzel. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 57.)

Die alten Rathäuser der Stadt Barmen; von Köhler. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 41.)

Das Steinwerk in Ottenhausen bei Steinheim in Westfalen; von F. Böse. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 62.)

Pfarrkirche zu St. Aegidien in Nürnberg; von Dr. Fritz Traugott Schulz. — Mit Abb. u. Tafeln. (Z. f. Bauw. 1917, S. 623.)

Altschweizerische Brunnenröhren; von O. Weber. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 185.)

Kathedrale von Amiens; von A. Knoch. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 145.)

Schloß Podhorce in Galizien; von Karl Sickel. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1918, S. 165.)

Litauische Backsteinbauten; von Provinzialkonservator Bernhard Schmidt. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 60.)

Zwei mittelalterliche Baudenkmäler im südlichen Litauen; von K. Gruber. Kirche des Erzengels Michael bei Synkowicze; Burgruine in Mir. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 65.)

Vom Türschild; von Baurat Schwenk. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 25.)

Nochmals Daniel Specklin als Baumeister (s. **1918**, S. 191); von E. v. Czihak. (Denkmalpflege 1918, S. 76.)

Zur Anwendung des preußischen Ausgrabungsgesetzes; von Renard. (Denkmalpflege 1918, S. 46.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Lützower Kirche in Charlottenburg; von Julius Kothe. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 27.)

Alte katholische Pfarrkirche in Alt-Tarnowitz in Oberschlesien; von Huber. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 42.)

Wiederherstellung der alten katholischen Holzkirche in Polnisch-Krawarn in Oberschlesien; von Dr.-Ing. Artur Willnow. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 1.)

Kirchenausstattung in Sandomir; von Reg.-Baumstr. Wolfgang Weyrauch. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 11.)

Pfälzische Kirchenbauten des Architekten Alb. Bosslet. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 85.)

Erlöserkirche in Essen (Ruhr). — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 127.)

Dorfkirchen an der französischen Kampffront; von Reg.-Baumstr. Schellberg. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 85.)

Altgeorgische Kirchen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 158.)

Kirche in l'Echelle bei Montdidier; von Reg.-Baumstr. Rühl. Hölzerne spitzbogige Tonne mit Felderteilung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 354.)

Die neuen katholischen Kirchen in Friedenau und Schöneberg; von Karl Kühn. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 349.)

Achsiale Aufstellung von Altar, Kanzel und Orgel im protestantischen Kirchenraum; von Otto Schönhagen. — Mit Abb. und Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1918, S. 137.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Verwaltungsgebäude und Beamtenwohnhäuser des Blechwalzwerks Schulz-Knaudt in Angerort bei Duisburg. Architekten: Nordmann & Knobbe. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 93.)

Neuere Rathäuser in Schweden; von K. Mühlke. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 130.)

Neues Regierungsgebäude für Waldeck-Pyrmont in Arolsen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 220.)

Hauptzollamt in Neukölln. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 250.)

Baubetrieb am Erweiterungsbau des Landhauses in Lübben; von Adolf Zeller. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 285.)

Neues Oberlandesgericht in Naumburg an der Saale. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 329.)

Neue Gerichtsbauten in Essen (Ruhr). — Mit 9 Textabbildungen und Tafeln. (Z. f. Bauw. 1917, S. 605.)

Neues Staatsarchiv in Osnabrück. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 378.)

Neues Gaswerk der Stadt Augsburg. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1918, S. 221.)

Spar- und Leihkasse Bern, erbaut 1912/13 durch Architekt Ed. Joos. — Mit Abb. und Tafel. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 16.)

Neues Verwaltungsgebäude der Stadt Luzern. Architekten: Widmer, Erlacher & Calini und Meili-Wapf. — Mit Abb. und Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 102.)

Straßenbahn-Depot auf dem „Dreispitz" in Basel. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 155.)

Neues Bahnhofgebäude in Lausanne. Architekten: Taillens & Dubois und Monod & Laverrière. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 177.)

Polizeiposten am Wielandplatz in Basel. Architekten: Widmer, Erlacher & Calini. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 194.)

Neues Lotsenhaus in Bremerhaven; von G. Ulrich. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1918, S. 9.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Neues Königliches Hufengymnasium mit Realgymnasium in Königsberg i. Pr. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 138.)

Schulhausneubauten in Mannheim (s. **1918**, S. 273); von Stadtbaurat Perrey. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 270.)

Knaben-, Mädchen- und Bewahrschule in Grevenmacher-Luxemburg. — Abb. von Wettbewerbs-Ergebnissen mit Urteil des Preisgerichts. (Deutsche Konkurr. Heft 387, Bd. 33, Heft 3.)

Städtisches Volksschulgebäude in der Pfarrhofstraße in München-Giesing; von Hans Grässel. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 285.)

Höhere Mädchenschule in Magdeburg. Architekt: Emil Bercher. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 269.)

Schulen an der Brügmannstraße in Dortmund. Architekten: D. und K. Schulze. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 203.)

Schulbautennot nach dem Kriege. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 216.)

Neubau einer deutschen Schule in Philippopel. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 231.)

Schulbauten in Bulgarien. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 177.)

Hessische Landschulen. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 3.)

Aufteilung von Schulbauten zur Milderung der Kleinwohnungsnot. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 249.)

Gesundheitliche Betrachtungen über den Schulhausbau nach dem Kriege; von Dr. med. Steinhaus. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 33.)

Schulneubauten in Hamm (Westf.); von Chr. Kreutzfeld. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 61.)

Die Gefahren der Innenblockschulen. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 44.)

Natürliche Beleuchtung in Schulen; von Franz Pleier. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 78.)

Deutsche Schulen im neuen Polen. (Schulhaus 1918, S. 89.)

Städtisches Lyzeum und Frauenschule zu Kreuznach; von Stadtbmstr. Völker. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 100.)

Drei Kriegsschulen der Stadt Königsberg i. Pr.; von Mag.-Baurat Papendieck. Doppelvolksschule Amalienau, Stägemannstraße; Doppelvolksschule

in Ponarth; **Mädchenvolksschule, Altroßgärter Predigerstraße.** — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 124.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Rudolf-Höhne-Stiftung in Charlottenburg-Westend; von Prof. Hermann Guth. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 101.)

Krankenhausbauten für Freiluftbehandlung; von Max Guth. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 18.)

Neues Kurhaus in Baden-Baden (s. **1918**, S. 274); von Prof. Stürzenacker. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 37.)

Kurhaus in Baden-Baden und sein Neubau. Architekt: Prof. Stürzenacker. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 41.)

Neubauten der Universitätskliniken für Ohren-, Nasen- und Halskrankheiten sowie für Haut- und Geschlechtskrankheiten in Gießen; von Baurat Becker. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 318.)

St. Antonius-Krankenhaus in Köln-Bayenthal. Architekt: Peter Gaertner, Mitarbeiter: Jacob Berns. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1918, S. 153.)

Neubau der Brandenburgischen Hebammen-Lehranstalt und Frauen-Klinik in Neukölln. Architekt: Theodor Goecke. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 253.)

Sanatorium Altein in Arosa; von Dr. S. Guyer. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 78.)

Kgl. Taubstummenanstalt in Leipzig. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1918, S. 13.)

Stillachhaus bei Oberstdorf im Allgäu; Arch.: Prof. Ed. Brill. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1918, S. 17.)

Kindergarten im Schulhaus an der Alfonsstraße in München. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 187.)

Krippen und Kinderhorte. Krippen- und Kinderhortgebäude der Mechanischen Weberei in Linden; Kleinkinderschule der Harpener Bergbau-Aktien-Gesellschaft; städtisches Wohlfahrtshaus an der Malteserstraße in Breslau; Kleinkinderschule der Maschinenfabrik Henschel & Sohn in Kassel; städtische Kleinkinderschule und Krippe der Stadt Ulm. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 154.)

Bauprogramm und gesundheitliche Erfordernisse von Krippen und Kinderhorten. (Schulhaus 1918, S. 145.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin; von Baurat Guth. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 209.)

Büchereigebäude des Deutschen Museums in München. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 257; Deutsche Bauz. 1918, S. 49.)

Beleuchtung der Aula Leopoldina in Breslau; von Baurat Buchwald. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 300.)

Wettbewerb für ein aargauisches Museum für Natur- und Heimatkunde. — Abb. von Entwürfen mit Urteil des Preisgerichts. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 138.)

Neubau der Kgl. Universitäts-Frauenklinik und Hebammenschule in München; von Theodor Kollmann. — Mit Abb. u. Tafeln. (Baumeister 1918, S. 1.)

Gebäude für Sportzwecke. Neubau der Militär-Turnanstalt in Wünsdorf bei Zossen; von Geh. Oberbaurat Zeyß. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 230.)

Umbau des Alten Schützenhauses in Basel. Architekten: Widmer, Erlacher & Calini. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 211.)

Spielplatzfrage in Berlin; von Gustav Langen. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 18.)

Gebäude für Handelszwecke. Bücherhof für Leipzig. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 329.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Heimatfriedhöfe für die in der Ferne bestatteten Krieger; von Heinrich Borchard. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 35.)

Türkische Grabstätten in Konstantinopel; von F. W. Virck. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 77.)

Studien zur städtebaulichen Gestaltung des Elias-Friedhofes zu Dresden; von Prof. A. Schneegans. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 93.)

Friedhof in Magdeburg. — Abb. von Wettbewerbs-Ergebnissen mit Urteil des Preisgerichts. (Deutsche Konkurr. Heft 388, Bd. 33, Heft 4.)

Hauptfriedhof in Salzuflen. — Abb. von Wettbewerbs-Ergebnissen mit Urteil des Preisgerichts. (Deutsche Konkurr. Heft 387, Bd. 33, Heft 3.)

Kriegergrabstätten in Ostpreußen. — Abb. von Wettbewerbs-Ergebnissen mit Urteil des Preisgerichts. (Deutsche Konkurr. Heft 387, Bd. 33, Heft 3.)

Kriegergräber der Stadt Hannover; von Kube und Paul Wolf. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 249.)

Feuerbestattungs-Anlage in Danzig. Architekt: R. Dähne, Oberleitung: Fehlhaber. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 89.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom k. k. Hofrat dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Allgemeines und Linienführung.

Viergleisiger Ausbau und Seiteneisenbahn; von Dr.-Ing. h. c. A. Schroeder, Wirkl. Geh. Rat. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 125 u. 137.)

Zweimittige Korbbogen. Ing. Kuhn erläutert an einigen Beispielen das von Ing. Herzka in der Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903, S. 209, angegebene und abgeleitete Verfahren. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 4.)

Lists Ideen zum deutschen Eisenbahnwesen; von Dr. phil. Berta Meyer. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 231 und 379.)

Zur Leistungsfähigkeit von Wasserstraßen und Eisenbahnen. Vergleich der Reisegeschwindigkeiten auf Wasserstraße und Eisenbahn in dem besonderen Falle eines Transportes von Oberschlesien einerseits nach Berlin und anderseits nach Stettin. Der gleiche Frachtraum leistete im Güterwagen dem ostdeutschen Verkehr etwa die siebenfachen Dienste wie im Schiffe. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 265.) Ergänzende Bemerkung hierzu S. 444.

Der Kraftbedarf der Schiffstraktion und der Bahntraktion im Wettbewerb. Prof. Dr. W. Kummer (Zürich) gelangt zu der Folgerung, daß für gleiche Fahrgeschwindigkeiten die Eisenbahnfahrt den kleineren Kraftbedarf aufweist, sobald Geschwindigkeiten von mehr als rund 5 km/h in Betracht kommen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 75.)

Das Verhältnis der Eisenbahn zur Binnenschiffahrt. Auszug aus einem in mehreren Beziehungen auch für Deutschland bemerkenswerten Aufsatze der „N. Z. Ztg.". (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 349.) Entgegnung auf Seite 519.

Güterverkehr und Länge der Güterzüge; von Obering. J. Winkler (Charlottenburg). Die Verlängerung der Güterzüge ist wesentlich durch Einführung der durchgehenden Bremse zu lösen. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 29 und 41.)

Der Umbau der bosnisch-herzegowinischen Schmalspurbahnen; von Ing. Hermann v. Likrow (Traun bei Linz). (Oesterr. Eisenb.-Z. 1918, S. 73.)

Verkehrswege nach dem Orient. (Deutsche Straßen- u. Kleinbahn-Z. 1918, S. 172.)

Dreißig Jahre russischer Eisenbahnpolitik und deren wirtschaftliche Rückwirkung; von Geh. Reg.-Rat Dr. Mertens. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 442.)

Umgestaltungen und Ergänzungen an den Kolonialbahnen Afrikas während des Weltkrieges. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 339.)

Ein neuer Schnellbahnplan für Philadelphia. Von Schimpff. — Mit Abb. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 105.)

Verstaatlichung der nordamerikanischen Eisenbahnen? Dr. A. v. der Leyen bespricht die Bedeutung der vom Präsidenten getroffenen Verfügung einer „Verstaatlichung" der Eisenbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 253.)

„Ein Forschungsinstitut für Verkehrswesen" wird von Regierungsbaumeister Falk vorgeschlagen, während Oberbauinspektor Alfons Blum für eine Eisenbahnfakultät eintritt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 185 u. S. 325.)

Betriebsergebnisse.

Statistik der Eisenbahnen Deutschlands für das Rechnungsjahr 1916 (s. **1917**, S. 143). Gesamteigentumslänge der Vollspurbahnen 62591,77 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, I, S. 119.)

Die vereinigten preußischen und hessischen Staatseisenbahnen im Rechnungsjahre 1916 (s. **1917**, S. 143). Betriebslänge 40010,16 km, Eigentumslänge 40182,13 km; hiervon 38833,67 km preußisches, 1307,34 km hessisches und 41,12 km badisches Eigentum. 239,10 km schmalspurig; 22274,78 km eingleisig. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 468; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 188; Org. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 96.)

Die Straßenbahnen und Kleinbahnen in Preußen im Jahre 1916. Allgemeiner Ueberblick über die Bau- und Betriebsverhältnisse. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 131.)

Die Große Berliner Straßenbahn im Jahre 1917. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 115.)

Betriebsergebnisse der Großherzoglich Mecklenburgischen Friedrich-Franz-Eisenbahn im Betriebsjahre 1916/17 (s. **1917**, S. 143). Betriebslänge 1094,3 km; Mehreinnahme 28 v. H.; Betriebszahl 68,05 v. H.; Verzinsung des Anlagekapitals 6,04 v. H. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 19).

Die Eisenbahnen im Großherzogtum Baden in den Jahren 1915 und 1916 (s. **1917**, S. 143). Betriebslänge 1802,05 km, davon 936,34 km mehrgleisig. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 318.)

Die Königlich Württembergischen Staatsbahnen in den Jahren 1914 und 1915. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 489.)

Die württembergischen Staatseisenbahnen im Rechnungsjahre 1916 (s. **1917**, S. 286). Eigentumslänge 2143,79 km; hiervon 588,21 km doppelgleisig. Betriebszahl 67,83 v. H.; Verzinsung des Anlagekapitals 3,81 v. H. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 89.)

Die österreichischen Eisenbahnen hatten zu Ende des Jahres 1915 eine Betriebslänge von 21403 km; hiervon standen 17246 km im Betriebe der Staatseisenbahnverwaltung, 4033 km im Privatbetriebe, 22 km im fremden Staatsbetriebe, während 102 km ausländische Bahnen auf österreichischem Staatsgebiete waren. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 182.)

Die Königlich Ungarischen Staatsbahnen im Jahre 1914/15 (s. **1917**, S. 143). Betriebslänge 19040,485 km; hiervon 8275,117 km Staatseigentum. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 323.)

Die schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1916. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 499.)

Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1917 (s. **1917**, S. 143). (Schweizer. Bauz. 1918, I, S. 256, 260 und 270.)

Eisenbahnen in Französisch-Westafrika. (Arch. f. Eisenbw. 1918, S. 511.)

Beschreibung ausgeführter Bahnen.

Rumänien und seine Eisenbahnen. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 163.)

Die Eisenbahnen der südlichen Ukraine. — Mit Karte. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 171.)

Die Halbinsel Krim und ihre Eisenbahnen. — Mit Karte. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 226.)

Die Vollendung der ersten australischen Ueberlandbahn, der rund 2000 km langen Verbindung von Perth bis Adelaide. Kurze geschichtliche und wirtschaftliche Mitteilung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 3.)

Eisenbahnunterbau.

Neue zeichnerische Verfahren zur genauen Erdmassenermittelung bei Eisenbahn- und Straßenbauten als Ergebnis einer Fehleruntersuchung der üblichen Weise der Berechnung; von Dr.-Ing. W. Müller (Mainz). — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 149 u. 165.)

Wirtschaftsüberwege auf Nebenbahnen. Geh. Baurat Schüler (Göttingen) empfiehlt, das an die Wegerampen angrenzende Gelände in Höhe der Rampenoberfläche so abzuflachen, daß im Verlaufe längs der Bahn keine für die Bestellung der Aecker unbequeme Neigungen entstehen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 78.)

Eisenbahnoberbau.

Ein Beitrag zur Verbesserung des Eisenbahnoberbaues. Geh. Baurat G. Maas gibt einige weitere Erläuterungen zu seiner Oberbauanordnung. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1918, I, S. 88.)

Die Vorbeugungsmaßregeln gegen das Schienenwandern vom Standpunkt ihrer Wirtschaftlichkeit (s. **1917**, S. 144). Besprechung des von Scheibe empfohlenen Wanderschutzes in Gestalt einer Wellenrandschiene in Verbindung mit der Einbuchtung der Unterlagsplatte. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 497.)

Gewölbte Schienenlaschen bieten verschiedene Vorteile, die besprochen werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 145.)

Die Verdübelung der Holzschwellen in ihrem Einflusse auf die Wirtschaft der Erhaltung des Oberbaues der Eisenbahnen (s. 1915, S. 130). Bauinspektor Dr.-Ing. E. Biedermann führt den Nachweis, daß durch Verdübeln und durch Einschränkung der Masse der Schwellen jährlich viele Millionen Mark erspart werden könnten; auch eine Verminderung der Kiefernholz-Einfuhr Deutschlands wäre erzielbar. — Mit Abb. (Org. f. d. Förder. d. Eisenbw. 1918, S. 181.)

Ursachen der Zerstörung von Bahn-Schotterbettungen. W. Ritter (Leipzig) bespricht die Verwertung der Ergebnisse, die bei Versuchen mit verschiedenen Bettungsstoffen bezüglich Abnutzung gewonnen wurden. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 148.)

Die Anpassungsfähigkeit von Weichenreihen bespricht eingehend an der Hand von Abbildungen Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Bäseler. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 333.)

Halbseitig gekrümmte Kreuzungen 1:10 zur Verbindung mit Weichen 1:14. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 140.)

Das elektrische Schweißen von Kreuzungen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 78.)

Gleisanlagen mit Drehscheiben und Schiebebühnen vor Maschinenhäusern. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 13 und 20.)

Gleisstraßen im Industriegelände in Ulm. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 99.)

Die Weichen und Gleisverbindungen der französischen Nordbahn, beschrieben auf Grund der Erfahrungen, die Regierungsbaumeister Roloff (Hannover) im Feldeisenbahndienst gesammelt hat. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 33.)

Neuerungen im Straßenbahnoberbau. Ing. Max Buchwald bespricht neue Bauarten zur Verbesserung des Schienenstoßes und Verhütung der Riffelbildung durch größere Nachgiebigkeit der Schiene. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 92.)

Straßenbahnunterbau und Trogschwellen im Holzpflaster. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 28.)

Anschlußgleise für den Güterverkehr in Straßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 66.)

Gleishebebock von Cordes. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 80.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Bahnsteige aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 123.)

Die Erweiterung des Bahnhofes Chiasso. — Mit Gleiseplan. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 93.)

Das neue Bahnhofsgebäude in Lausanne. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 177.)

Fahrbarer Schuppen für Bahnbauten. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 83.)

Gleitender Bremsprellbock; vom Techn. Eisenbahn-Obersekretär W. Kaufmann (Magdeburg). — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 75.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen angesichts der jüngsten technischen Fortschritte; von Prof. Dr. W. Kummer. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 191.)

Die Linie der A. E. G.-Schnellbahn-Aktien-Gesellschaft Berlin mit besonderer Berücksichtigung der Entwürfe für die Gestaltung der Anlagen am Hermannplatz. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 122.)

Die Vorarbeiten für den elektrischen Vollbahnbetrieb in Oesterreich. Besprechung der vom k. k. Eisenbahnministerium herausgegebenen „Mitteilungen über die Studien und vorbereitenden Maßnahmen der österreichischen Staatsbahnverwaltung zur Ausnutzung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen.“ (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 45.)

Zur Elektrisierung der schweizerischen Bundesbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 110.)

Aufsergewöhnliche Bahnen.

Die neue vereinigte Reibungs- und Zahnbahnbauart Peter. Beschreibung und Besprechung von S. Abt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 7 und 13.)

Die Förderbahn. Ein Vorschlag zur Lösung der Transportfrage von Kreisbaumeister Seybold (Gleiwitz). (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 100.)

Eisenbahnbetrieb.

Einfluß des Güterverkehrs auf die Eisenbahn-Betriebskosten in Friedens- und Kriegszeiten von Obering. F. Zezula. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 91.)

Zwangläufiger Ablaufbetrieb. Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Bäseler schlägt vor, neben dem Gleise ein mit gleicher Geschwindigkeit wie die Wagen abrollendes Seil ohne Ende anzuordnen, an das die Wagen auf Zug und Druck gekuppelt werden. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 197 und 205.)

Vor- und Hauptsignale. Lorenz (Wien) empfiehlt, an Stelle der bestehenden, unscheinbaren Vorsignale die derzeit üblichen Hauptsignale mit geringfügigen Aenderungen der Signalbegriffe zu benutzen und sich an den Aufstellungsorten der Hauptsignale mit einfacheren Mitteln zu begnügen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 479.)

Zur Frage der Vorsignale (s. 1917, S. 287). Mitteilung einer Reihe von Vorschlägen für die Ausgestaltung der Vorsignale für dreistellige, wie auch für zweistellige Anzeige. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 415.)

Nachrücksignale, ihre räumliche Anordnung und ihre Einwirkung auf die Zugfolge; von Regierungsbaumeister O. Christiansen in Wilna. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 101.)

Rahmenflagge für Signal 6a. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 404.)

Die elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung hat sich auf verschiedenen Bahnhöfen der Lötschbergbahn gut bewährt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 133.)

Gleisbremsen. Besprechung der mit Preßluft betriebenen Gleisbremse von Frölich. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 67.)

Rangierwinde mit elektrischem Antriebe von der Deutschen Maschinenfabrik A.-G., Duisburg. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 147.)

Die Beförderung von Gütern durch die Straßenbahnen in Brünn, Graz, Linz und Prag. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1918, S. 89; über die Brünner Straßenbahn in Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1918, S. 59.)

Uebersicht der Eisenbahn-Unfälle in den Vereinigten Staaten von Nordamerika 1916. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 81.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Grundbau für die Erweiterung des Stadthauses in Hamburg (s. 1918, S. 280). Kurze Wiedergabe der Ausführungen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1918, S. 428.)

Doppelrohrige Schächte und Schleusen für Druckluftkammern; von A. Haag. Es werden für größere Druckluftarbeiten doppelrohrige Schächte empfohlen, die 1. einen möglichst großen Grundriß haben, 2. nur für Personen oder nur für Boden- und Baustofförderung eingerichtet sind, oder voneinander unabhängige Förderweisen für Mannschaften und Baustoffe gestatten, 3. leicht auf Treppen, statt auf Steigleitern begehbar oder in Fahrstühlen befahrbar sind, 4. keine oder nur unbedenkliche, ungleichmäßige (exzentrische) Belastungen der Schachtrohre während des Förderbetriebes entstehen lassen. Ein Beispiel wird mitgeteilt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 326.)

Zur Berechnung der Pfahlroste; von O. Henkel. Ausführliche Darlegung der Berechnung mit Beispielen, die zeigen sollen, daß die angegebene Berechnungsweise auf beliebig gestaltete Fundament-Sohlflächen und auch auf unsymmetrische Pfahlanordnungen angewandt werden kann. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw., Nr. 18, S. 111, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1918.)

Tunnelbau.

Der Lindentunnel in Berlin. Nach Erörterung der Lage des Tunnels und seiner Teilung in eine nördliche und zwei von dieser abzweigende ungleiche Teile werden die Querprofile, Rampen und Steigungsverhältnisse kurz besprochen. Mit den östlich und westlich abzweigenden Tunnelstrecken hat der eigentliche Tunnel 123 bzw. 187 m Länge; werden die Rampen dazu gezählt, so erhält man Längen von 354 bzw. 389 m. Die Kosten betragen rd. 3 Millionen M., wovon 1,1 Millionen auf den Grunderwerb entfallen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1918, S. 291.)

Größte Bergwärme in langen Tunneln.

Tunnel	Länge in m	Ueberlagerung in m	Größte Wärme d. Gest.	Größte Wärme d. Luft	Bemerkungen
Simplon	19 770	2 160	56°	34° 32,9°	im Vortriebstollen u. Mauerung beim Räumen der Berge gelegentlich 36°
Lötschberg	14 535	1 569	34°	30,3°	
Gotthard	14 998	1 706	*30,4°	30.6°	zeitweise 31,5°; * Wärme des Wassers 30,7°
Mont Cenis	12 233	1 654	29,5°	30,1°	
Ricken	8 694	572	25,4°	24,8°	
Tauern	8 526	1 567	23,3°	—	
Arlberg	10 250	720	18,5°	—	
Albula	5 866	912	15°	—	
Weißenstein	3 699	499	12,8°	13°	
Pfaffensprung	1 476	430	—	23°	
Comstock-Gruben, Nevada	13 000	600	70°	46,7°	ausnahmsweise 55,5°; zwisch. 54,4° u. 57,2° mußte die Arbeit eingestellt werden.
Bergwerkstollen v. Almagrera	—	—	70°	—	

(Génie civ. 1917, II, Bd. 71, S. 280; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 114.)

Förderbetrieb beim Ausbau des Simplon-Tunnels II; von F. Rothpletz und C. Andreae (s. 1918, S. 282). Kurze Wiedergabe des Aufsatzes. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 239.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Simplontunnel II (s. 1918, S. 281). Vom Mai bis August 1918 wurde auf beiden Seiten nur wenig gearbeitet, dann wurde die Bauarbeit ganz eingestellt, so daß bis auf weiteres keine Monatsberichte mehr erscheinen werden. Auf der Nordseite sind die Ausweitung und die Mauerung vollendet; auf der Südseite fehlen sie noch auf 1863 m Länge von Kilometer 8,187 bis Kilometer 10,050, von der Südmündung gemessen. Außer diesen Arbeiten werden bei der Wiederaufnahme der Arbeit noch auszuführen sein: die Beschotterung, das Legen des Oberbaues, die Anbringung der Fahrleitung für den elektrischen Betrieb, das Legen der Schwach- und Starkstromkabel und die Einrichtung der Signale, der Beleuchtung und der Fernsprecher. Der Stand der Arbeiten am 31. August war:

	Nordseite	Südseite	Zus.
am Firststollen die Monatsleistung	— m	— m	— m
Stand am 31. August	8781 "	8540 "	17321 "
am Vollausbruch die Monatsleistung	— "	— "	— "
Stand am 31. August	8781 "	8527 "	17308 "
am Widerlager die Monatsleistung	— "	— "	— "
Stand am 31. August	8781 "	8525 "	17306 "
am Gewölbe die Monatsleistung	— "	— "	— "
Stand am 31. August, also vollendeter Tunnel	8781 "	8524 "	17305 "
in Hundertteilen der Tunnellänge	44,3	43	87,3
der mittlere Schichtenaufwand betrug:			
im Tunnel	71	27	98
im Freien	95	2	97
zusammen	166	29	195

(Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 257, II, S. 17, 74 und 116.)

Betonarbeiten bei Ausführung des Hauenstein-Tieftunnels. Nach der von E. Wiesmann verfaßten Denkschrift über diesen mit seinem Scheitelpunkt 110 m tiefer als der alte Tunnel liegenden, auf 8,14 km (gegenüber 2,5 km) verlängerten und mit einer größten Steigung von nur 10‰ (statt rd. 26‰) versehenen Tunnel werden verschiedene Angaben über die umfangreichen Betonbauten in und an ihm gemacht. Die Tunnelausmauerung ist vorwiegend aus Stampfbeton hergestellt, da die Gewinnung lagerhafter Natursteine schwierig war. Weil der Tunnel nur wenige Druckstellen zeigt, konnte die Ausmauerung sich bei der Ueberwölbung auf eine Verkleidung von 30 bis 50 cm beschränken; schwere Profile erhielten 90 cm Wölbestärke. Sohlgewölbe wurden nur auf 1 km Länge erforderlich. Der 130 m tiefe Lüftungsschacht in der Nähe des Tunnelscheitels wurde ebenfalls in Beton ausgeführt. Er ist im unteren Teil 60 cm, im übrigen 35 cm stark und setzt sich seitlich auf das Tunnelgewölbe auf, wo er durch einen 60 cm starken Bogen abgefangen wird. In Abständen von 20 bis 30 m ist er durch mit Eisen bewehrte, einen Meter breite, starke Entlastungsringe, die in das Gebirge eingreifen, verstärkt. Eingehende Beschreibung der Ausführung. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 16, S. 104, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1918.)

Schäden der Eisenbahntunnel. Kurze Wiedergabe des Aufsatzes von F. Rothpletz (s. 1918, S. 281). (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 223.)

Mitgliederliste.

(Am 1. Januar 1919.)

Postadresse: *An den Vorstand des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.*
Postscheckkonto: *Hannover Nr. 18384.*

Gestiftet: 1851.

Rechte der juristischen Persönlichkeit verliehen durch Reskript des vormaligen Königlich Hannoverschen Ministeriums des Innern vom 3. März 1858.

Zum Verbande deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine gehörig seit dessen Gründung im Jahre 1871.

Vorstand.

(Gewählt am 17. Dezember 1913.)

1. Vorsitzender: Geh. Baurat, Prof. **W. Schleyer**, Alleestr. 4.
Stellvertreter des 1. Vorsitzenden: Geh. Baurat **Mangelsdorff**, Eichstr. 4.
Schriftführer: Professor, Dr.-Ing. **U. Hölscher**, Alleestr. 16.
Stellvertreter des Schriftführers: Prof. **Kanold**, Brahmsstr. 4.
Bibliothekar: Prof., Dr.-Ing. **Michel**, Alleestr. 20.
Kassen- und Rechnungsführer: Geheimer Baurat **Nessenius**, Scharnhorststr. 20.
Ohne besonderes Amt: Reg.- und Geh. Baurat **Maschke**, Simsonstr. 2. Magistratsbaurat **de Jonge**, Rumannstr. 1 A.

Schriftleiter der Vereins-Zeitschrift: Geh. Baurat, Prof. **W. Schleyer**, Alleestr. 4.

Ehren-Mitglieder.

1. **Forrest**, Ehren-Sekretär des Instituts der Zivil-Ingenieure, London.

Korrespondierende Mitglieder.

1. **v. Willmann, L.**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Martinstr. 36.

Ordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Aengeneyndt**, Magistratsbaurat, Berthastr. 8 p.
2. **Anders**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Stolzestr. 27 p.
3. **Bätjer, Fr.**, Reg.-Baumeister, Fundstr. 6 A I.
4. **Barkhausen, G.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. D., Oeltzenstr. 26.
5. **Becker, K.**, Baurat, Ferd.-Wallbrecht-Str. 31.
6. **Behrens**, Stadtbaurat, Linden, Beethovenstr. 4.
7. **Blell**, Baurat, Ferd.-Wallbrecht-Str. 84.
8. **Bock, A.**, Stadtbaurat, Fundstr. 1 C III.
9. **Bölte**, Dr.-Ing., Reg.- und Baurat, Hammersteinstr. 7 II.
10. **Börgemann**, Architekt, Marienstr. 19.
11. **Bohne, H.**, Dipl.-Ing., Gretchenstr. 7.
12. **Bokelberg, O.**, Reg.-Baumeister, Schiffgraben 19.
13. **Brandes, P.**, Architekt, Odeonstr. 17.
14. **Bühring, E.**, Architekt, Eichstr. 15.
15. **Damm, L.**, Polizeibauinspektor, Reg.-Baumeister a. D., Kirchrode, Elisabethstr. 5.
16. **Danckwerts**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Heinrichstr. 53 I.
17. **Demmig, E.**, Architekt, Meterstr. 2 A.
18. **Dolezalek**, Dipl.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Kloster Wennigsen bei Hannover.
19. **Eilmann, Hans**, Reg.-Baumeister, Podbielskistr. 348 I.
20. **Falke, A.**, Dipl.-Ing., Steinriede 7 III.
21. **Fettback**, Reg.-Baumeister, Andertensche Wiese 20.
22. **Fischer, Th. H. E.**, Geh. Baurat, Ostwenderstr. 7 II.
23. **Franke, A.**, Geh. Baurat, Fundstr. 7.
24. **Franzius, O.**, Staatsbaurat a. D., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Lister Kirchweg 17.
25. **Frings**, Dipl.-Ing., Architekt, Kniggestr. 8.
26. **Fröhlich**, Stadtbaurat, Linden, v. Alten-Allee.
27. **Fuhrberg**, Reg.- und Baurat, Wolfstr. 2.
28. **Funk, W.**, Baurat, Weinstr. 14.
29. **Fusch, Th.**, Architekt, Heinrichstr. 37.
30. **Geb**, Professor, Architekt, Leopoldstr. 7.
31. **Grastorf, R.**, Ingenieur, Lemförder Str. 12.
32. **Grüning**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Linden, Deisterstr. 6.
33. **Habicht, Kurt**, Dr., Privatdozent, Allmersstr. 8 III.
34. **Halmhuber, G.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Hartwigstr. 4 A.
35. **Heise, H.**, Baurat, Bödekerstr. 59.
36. **Hickfang, O**, a. o. Professor, Brahmsstr. 1.
37. **Hillebrand, E.**, Baurat, Haarstr. 8.
38. **Hölscher, U.**, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 16.
39. **Hotopp, L.**, Dr.-Ing., Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Bödekerstr. 69.
40. **de Jonge**, Magistratsbaurat, Reg.-Baumeister a. D., Rumannstr. 1 A.
41. **Kaiser, H.**, Reg.-Baumeister, Eichstr. 42.
42. **Kanold, P.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Brahmsstr. 4.
43. **Kellermann**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dreyerstr. 2 A.
44. **Kellner, Max**, Architekt, Oeltzenstr. 17 II.
45. **Klecker, O.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Klagesmarkt 31.
46. **Kiel**, Oberbaurat, Yorckstr. 10 II.
47. **Kiepert**, Dr., Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 20.
48. **Kneebusch, E.**, Dr.-Ing., Architekt, Bessemerstr. 20.
49. **Knoch, A.**, Geh. Baurat, Waldhausen, Heuerstr. 28.
50. **Körting**, Gasanstalts-Direktor, Waldhausen, Brunestr. 7.
51. **Lutz, F.**, Dipl.-Ing., Architekt, Wiesenstr. 22.
52. **Magunna**, Landesbaurat, Ellernstr. 22.
53. **Mangelsdorff**, Reg.- und Geh. Baurat, Eichstr. 4.
54. **Martens**, Stadtbauinspektor, Linden, Davenstedter Str. 6 II.
55. **Maschke**, Reg.- und Geh. Baurat, Simsonstr. 2 (Emmerberg).
56. **Mascke**, Intendantur- und Baurat, Nienburger Str. 14.
57. **Meffert, O.**, städt. Baumeister, Edenstr. 30 A.
58. **Michel**, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 20.
59. **Michelsohn, H.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Bödekerstr. 32 I.
60. **Mohr**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dieckmannstr. 4 A.
61. **Mohrmann**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 17.
62. **Morin**, Reg.-Baumeister, Emmerberg 26 I.
63. **Müller, C.**, Dr., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Brahmsstr. 4.
64. **Müller, Jul.**, Architekt, Breitestr. 28.
65. **Muttray, W.**, Oberbaurat, Weserstrombaudirektor, Friederikenplatz 1 II.
66. **Nessenius**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Scharnhorststr. 20.
67. **Nufsbaum, Chr.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Yorckstr. 5.
68. **Oppermann**, Baurat, Schlägerstr. 53.
69. **Orthaus**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Bodenstedtstr. 8.
70. **Overbeck**, Geh. Baurat, Heinrichstr. 39.
71. **Rabbow, F.**, Dr.-Ing., Zivil-Ingenieur, Theodorstr. 12 I.
72. **Recken**, Reg.- und Geh. Baurat, Wiesenstr. 22.
73. **Riehn, W.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. D., Taubenfeld 25.
74. **Sander**, Reg.-Baumeister, Freiligrathstr. 11.

75. **Sasse, A.**, Architekt, Linden, Blumenauerstr. 28 A.
76. **Schack**, Reg.-Baumeister, Linden, Falkenstr. 22.
77. **Schädtler**, Architekt, Arnswaldtstr. 31 III.
78. **Scheele, E.**, Landesbaurat, Waldhausen, Brandestr. 40.
79. **Scheele, W.**, Landesbaurat, Waldhausen, Zentralstr. 28.
80. **Schleyer**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestr. 4.
81. **Schütz, E.**, Reg.-Baumeister, Liebigstr. 29 I.
82. **Schwering**, Eisenbahndirektionspräsident a. D., Wirkl. Geh. Oberbaurat, Ellernstr. 5.
83. **Siebern**, Prov.-Konservator, Landesbaumeister, Professor, Ubbenstr. 6 A.
84. **Stüber, Wilhelm**, Architekt, Kleefeld, Kirchröder Str. 106.
85. **Taaks, O.**, Dr.-Ing., Kgl. Baurat, Marienstr. 10 A II.
86. **Theidel, H.**, Dipl.-Ing., Zivil-Ing., Linden, Kirchstr. 12.
87. **Usadel**, Architekt, Ellernstr. 4.
88. **Visarius**, Baurat, Emmerberg 23 I.
89. **Vogel**, Architekt, Friedenstr. 3.
90. **Wegener**, Architekt, Ostermannstr. 4.
91. **Weidlich, E.**, Stadtbaurat und Reg.-Baumeister a. D., Bödekerstr. 28.
92. **Weise, B.**, Architekt, Scharnhorststr. 18.
93. **Willmer, G.**, Ingenieur, Waldhausen, Hildesheimer Chaussee 1.
94. **Wolf, P.**, Stadtbaurat, Haarstr. 4 a.
95. **Zisseler**, Eisenbahn-Bauinspektor z. D., Gr. Aegidienstr. 12.

b. Auswärtige.

1. **Augustin, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Goethestr. 28/29 II.
2. **Becker**, Dipl.-Ing., Sterkrade, Steinbrinkstr. 47.
3. **Birk, A.**, Professor a. d. deutschen Techn. Hochschule in Prag, Dejwitz b. Prag.
4. **Bischoff, Th.**, Direktor der Schaftlach-Gmunder Eisenbahn, Tegernsee.
5. **Blakesley, John H.**, Ingenieur, London, Victoria Street, 53, Westminster S. W.
6. **Bönig**, Ingenieur, Wandsbeck, Ahrensburgerstr. 29.
7. **Brauer, E.**, Baurat, Allenstein, Kaiserstr. 23.
8. **Breusing**, Ministerial-Direktor, Wirkl. Geh. Ober-Baurat, Berlin W 9, Potsdamer Platz 4/6.
9. **Brüning**, Baurat, Göttingen, Rosdorfer Weg 28.
10. **Bruns, H.**, Professor, Hildesheim, Almsstr. 10.
11. **Brusch, F. W.**, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Kiel, Schloßstr. 38.
12. **Busch**, Baurat, Hildesheim, Krähenberg 20 III.
13. **Capelle**, Reg.- und Geh. Baurat, Sorau (N.-L.), Am Bahnhof 1 a.
14. **Carling, W.**, Ing., Stadt-Baudirektor, Norrköping (Schweden).
15. **Claußen, F.**, Staatsbaurat, Vorstand des Hafenbauamts, Bremerhaven, Neuer Hafen 2.
16. **Crauel**, Dipl.-Ing., Berlin SW, Großbeerenstr. 57 A p.
17. **Delion**, Geh. Baurat, Elbing, Johannisstr. 12 I.
18. **Diestel**, Reg.- u. Geh. Baurat, Berlin W 30, Nachodstr. 3.
19. **Dreeßen, E.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Berlin W-Schöneberg, Eisenacher Str. 69 II. r.
20. **Dubois, R.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Straßburg i. E.
21. **Ehlers, P.**, Baurat, Professor, Zoppot, Kolbathstr.
22. **Eichentopf**, Baurat, Köln, An der Münze 8.
23. **Elwitz, E.**, Dipl.-Ing., Ingenieurbureau, Düsseldorf, Jülicher Straße 23.
24. **Engelken**, Reg.-Baumeister, Karlsruhe, Vincentiusstr. 2.
25. **Engesser, Fr.**, Geh. Oberbaurat, Prof., Karlsruhe, Westendstr. 3.
26. **Espinosa, A.**, Zivil- und Maschinen-Ingenieur, Prof. a. d. Ingenieur-Schule, Lima (Peru), Calle de San Sebastian 127.
27. **Fein, A.**, Geh. Baurat, Köln a. Rh., Bremer Str. 10.
28. **Fischbach, J.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Hann.-Münden, Vogelsangweg 1143.
29. **Frankenberg, W.**, Architekt, Northeim i. Hann.
30. **Frey, O.**, Stadtbaurat, Göttingen, Lotzestr. 13 E.
31. **Fuchs, W.**, Dr.-Ing., Bauinspektor, Stuttgart, Seestr. 60 III.
32. **Gloystein**, Baurat, Celle.
33. **Goltermann**, Reg.- und Geh. Baurat, Wiesbaden, Biebricher Straße 34 I.
34. **Grevemeyer, D.**, Reg.- und Geh. Baurat, Köln-Deutz, Constantinstr. 1.
35. **Gsell, M.**, Dr.-Ing., Architekt, Stettin, Torneyer Str. 16/17 C.
36. **Hanstein**, Dipl.-Ing., Landesbauinspektor, Münster (Westf.), Gertrudenstr. 41.
37. **Hartmann, W.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Trier, Marienstr. 9 II.
38. **Hass, W. C.**, Dipl.-Ing., Ingenieur b. d. Staatseisenbahnen in Niederl.-Indien, Bandjar (W. L.), Java.
39. **Heinemann, K.**, Reg.- und Baurat, Uelzen, Hoeftstr. 14.
40. **Heins, H.**, Reg.-Baumeister, Sterkrade, Steinbrinkstr. 49.
41. **Henke, F.**, Baurat, Landes-Bauinspektor a. D., Goslar, Klaustorpromenade 28.
42. **Hensel**, Baurat, Hildesheim, Boysenstr. 2.
43. **Hermes, C.**, Direktor der städtischen Gas-, Wasser- und Kanalwerke, Siegen.
44. **Hess**, Landesbauinspektor, Hildesheim, Boysenstr. 3.
45. **Hinrichs, H.**, Architekt, Hameln a. d. W., Groeningerstr. 1.
46. **Hinz, A.**, Baumeister, Unna i. W.
47. **Hirsch**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Aachen, Nizza-Allee 97.
48. **Holtvogt**, Baurat, Hameln, Bürenstr. 10.
49. **Huhn**, Dipl.-Ing., Königshütte (O.-S.), Tempelstr. 37 II.
50. **Ilić, Michael, W.**, Ingenieur, Belgrad (Serbien).
51. **Jahr**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Rostock, Augustenstr. 4 p.
52. **Jenner, F.**, Senator, Göttingen, Am weißen Stein 19.
53. **Jöhrens, Adolf**, Reg.-Baumeister a. D., Höchst a. M., Luciusstr. 9.
54. **Jöhrens, E.**, Reg.-Baumeister a. D., Essen (Ruhr), Moltkestr. 42.
55. **Jordan, H.**, Dr.-Ing., Kaiserl. Baurat, Straßburg i. E., Fridolinstr. 2.
56. **Kampf**, Stadt-Baurat, Lüneburg, Schifferwall 4.
57. **Kattentidt**, Architekt, Hameln a. d. W., Hermannstr. 4.
58. **Kellner, C.**, Dipl.-Ing., Oberingenieur der städtischen Licht- und Wasserwerke, Braunschweig, Kl. Burg 19.
59. **Kiehne, S.**, Dipl.-Ing., Diedenhofen (Lothr.), St. Annastr. 32.
60. **Köhncke, H.**, Ober-Ingenieur, Bremen, Contrescarpe 130.
61. **Krafft, Friedr.**, Architekt, Göttingen, Prinzenstr. 4.
62. **Krüger, Franz A.**, Architekt, Lüneburg.
63. **Lehmberg, Chr.**, Kreis-Baumeister, Braunschweig, Gliesmaroderstr. 8.
64. **Leon, Alfons**, Dr.-Ing., Prof., Graz, Deutsche Techn. Hochschule.
65. **Löwe**, Reg.-Baumeister, Verden a. d. A., Andreaswall 20.
66. **Marcus, H.**, Dr.-Ing., Direktor der „Huta“, Hoch- u. Tiefbau-Akt.-Ges., Breslau, Wölflstr. 17.
67. **Meyer, H.**, Geh. Baurat, Lingen a. d. Ems.
68. **Meyer, Gustav**, Geh. Baurat, Berlin-Friedenau, Kirchstr. 28.
69. **Meyer, W.**, Reg.- u. Baurat, Lüneburg, Schlachthausstr. 11.
70. **Meyer, W.**, Stadtbaumeister, Jüterbog, Goethestr. 6.
71. **Mialaret, J.**, Architekt, Hauptlehrer a. d. Akademie der bildenden Künste, Maastricht, Vrythof 11.
72. **Modersohn, C.**, Stadt-Baurat a. D., Münster i. W., Graelstr. 12.
73. **Möller, M.**, Geh. Hofrat, Professor, Braunschweig, Geysostr. 1.
74. **Möllering, A.**, Stadtbauinspektor, Hagen i. W., Frankfurter Straße 29.
75. **Müller, Gerh.**, Reg.- und Baurat, Berlin NW 52, Alt-Moabit 139/142.
76. **Müller, Paul**, Dr.-Ing., Ober-Ingenieur, Dortmund, Knappenbergerstr. 99 I.
77. **Mursa, Ulrico**, Engenheiro de Companhia Docas, Santos (Brasilien).
78. **Narten**, Landesbaumeister, Stade.
79. **Neumann, R.**, Eisenb.-Ingenieur, Halle a. d. S., Röntgenstr. 6.
80. **Nitsch**, Ingenieur, Krakau in Galizien, ul Kolejowa 18.

81. **Offermann, C.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Buenos Aires, Legacion Alemana.
82. **Papke, E.**, Reg.- und Geh. Baurat, Posen, Wittelsbacherstraße 3 II.
83. **Pegelow, F. W. H.**, Direktor der Stockholm-Westeras-Bahn Stockholm, Wesegatan 24.
84. **Pilgrim, H.**, Dr.-Ing., Rechnungsrat der Württ. Staatseisenbahnen, Stuttgart, Azenbergstr. 36.
85. **Popovic, Svetozar**, Inspektor der serbischen Staatsbahnen, Belgrad in Serbien.
86. **Popp, A.**, Ingenieur, Strohof 13, Post Zebau b. Meseritz (Böhmen).
87. **Pustau**, Reg.- u. Geh. Baurat, Frankfurt a. M., Beethovenstraße 25 II.
88. **Quentell, C.**, Landesbaurat, Düsseldorf-Grafenberg, Böcklinstr. 11.
89. **Ramisch**, Professor, Breslau 16, Kaiserstr. 88 I.
90. **Rathkamp, W.**, Architekt, Göttingen, Gronertorstr. 1.
91. **Rautenberg, O.**, Geh. Baurat, Halberstadt, Schillerstr. 2 I.
92. **Rode, H.**, Dr.-Ing., Professor, Drontheim (Norwegen), Techn. Hochschule.
93. **Rohlfs, H.**, Baurat, Köln a. Rh., Vorgebirgstr. 11 II.
94. **Ruchholtz, E.**, Dipl.-Ing., Bureauchef der Abteilung Brückenbau der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Hüttenstr. 11.
95. **Sarre**, Wirkl. Geh. Oberbaurat, Präsident des Kgl Eisenbahn-Zentralamts, Berlin W 9, Potsdamer Platz 4/6.
96. **Sauerwein**, Geh. Baurat, Harburg, Eißendorferstr. 9.
97. **Schacht**, Geh. Baurat, Saarbrücken 2, Trierer Straße 12 II.
98. **Schätzler, Joh. Th.**, Dipl.-Ing, Cuxhaven, Westerwischweg 23.
99. **Schilling**, Reg.- u. Baurat, Liegnitz, Domstr. 12.
100. **Schlöbcke**, Baurat, Lüneburg, Vor dem Neuentore 3.
101. **Schmiedel, O.**, Ober-Ingenieur, Buenos-Aires, Casilla de correo 152.
102. **Schönfeld**, Eisenbahn-Direktor, Lippstadt.
103. **Schrader, A.**, Geh. Baurat, Braunschweig, Steintorwall 7.
104. **Schütte, H.**, Professor, Hildesheim, Katharinenstr. 57.
105. **Schütz**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Breslau, Sielenhofenerstr. 1.
106. **Seevers, H.**, Hofbaurat Sr. Kgl. Hoheit des Herzogs von Cumberland, Gmunden, Weyerstr. 5.
107. **Seyfferth, B.**, Dipl.-Ing. b. d. Baudeputation Hamburg, Volksdorf (Bez. Hamburg).
108. **Sievers**, Reg.- und Baurat, Wilmersdorf b. Berlin, Kaiserplatz 16 II.
109. **Sikorski, Tadeus**, Professor, Krakau in Galizien, Universität.
110. **Stahl**, Ingenieur, Gut Vegesacksholm b. Riga.
111. **Stapelmann, E.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dortmund Heiligerweg 54.
112. **Steuernagel**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Köln a. Rhein, Weidenbach 16.
113. **Strebe**, Baurat, Goslar, Georgenberg 3.
114. **Suadicani**, Ober- und Geh. Baurat, Steglitz b. Berlin, Ringstraße 56 II
115. **Süßapfel**, Baurat, Perleberg.
116. **Swain, George F.**, Professor of Civil Engineering Graduate School of Applied Science, Harvard-University, Cambridge, Boston.
117. **Sympher**, Dr.-Ing., Ministerialdirektor, Wirkl. Geh. Oberbaurat, Berlin W 66, Wilhelmstr. 80.
118. **Taurel, Luis F.**, Ingenieur, Buenos Aires, Calle Piedad 2549.
119. **Thürnau, K.**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Hemfurth (Waldeck).
120. **Tzschirntsch**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Pestalozzistr. 8 II.
121. **Uhthoff**, Baurat, Aurich, Ziegelstr. 6.
122. **Vater, A.**, Reg.- und Baurat, Erfurt, Bismarckstr. 17 I.
123. **Vieser, W.**, Dr.-Ing., Ingenieur, Triest, Via del Belvedere 20 p. 14.
124. **Vlachos, Chr.**, Dr.-Ing., Eisenbahn-Ingenieur, Karlsruhe, Adlerstr. 14.
125. **Vogt, W.**, Baurat, Gnesen, Wreschener Str. 8.
126. **Voß, C.**, Architekt, Hildesheim, Peiner Str. 4.
127. **Wasmann**, Baurat a. D., Lüneburg, Gartenstr. 23.
128. **Wehrmann**, Dipl.-Ing., Perleberg (Bez. Potsdam), Beguinenwiese 3.
129. **Weidmann, C.**, Stadt-Baumeister, Stettin, Kaiser-Wilhelmstr. 68.
130. **Weinrich**, Baurat, Bramsche (Bez. Osnabrück).
131. **Wening, H.**, Architekt, Hildesheim, Friedrichstr. 8.
132. **Werner, H.**, Reg.-Baumeister a. D., Corbach in Waldeck.
133. **Freiherr v. Westenholz**, Dr., Prof. an der Techn. Hochschule, Stuttgart.
134. **Westphal**, Zimmermeister, Lüneburg.
135. **Wilcke**, Geh. Baurat, Zoppot, Kronprinzenstr. 6 I.
136. **Wilms, Fr.**, Dipl.-Ing., Architekt, Bremen, Am Wall 6.
137. **Wißmann, A.**, Reg.-Baumeister, Vorstand des Kgl. Hochbauamts, Geestemünde.
138. **Wolckenhaar**, Stadt-Baurat, Goslar.
139. **Wollner, P.**, Architekt, Varel (Oldbg.), Obernstr. 15.
140. **Wörner, Ad.**, Ingenieur, Budapest, Arena 102 II.

Außerordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Flegel, S.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Rambergstr. 44 III.
2. **Gades**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Mithoffstr. 2.
3. **Pfänder, E.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Am Kleinen Felde 32
4. **Pfeiffer, Kath.**, Fräulein, cand. arch., Hildesheimer Str. 19 III.
5. **Suhrmann, E.**, Dipl.-Ing., Gustav Adolfstr. 17.
6. **Wreden, R.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Friedenstr. 4.
7. **Ziegeler, W.**, Dr.-Ing., Reg.-Bauführer, Bandelstr. 28.

b. Auswärtige.

1. **Baumann, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Geestemünde, Schieferstr. 10.
2. **Bühl**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Diez (Lahn), Bahnhofstraße.
3. **Hallbauer, W.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Cuxhaven, Militärbauamt.
4. **Kosfeld**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Charlottenburg, Leibnizstr. 70, Gartenh. I r.
5. **Luckhaus, W.**, Dipl.-Ing., Seesen (Harz), Fabrik F. Züchner.
6. **Mylius**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Berlin-Wilmersdorf, Wilhelmsaue 131 I.

Mitglieder-Stand.

1 Ehren-Mitglied,
1 korrespondierendes Mitglied,
95 einheimische } ordentliche Mitglieder,
140 auswärtige }
7 einheimische } außerordentliche Mitglieder,
6 auswärtige }

zusammen 250 Mitglieder.

Die Bibliothek

ist nach der Kgl. Techn. Hochschule überführt und daselbst zu benutzen. Nachricht darüber gibt auf Anfrage der Vorstand.

Die Versammlungen

finden von Mitte Oktober bis Anfang Mai in der Regel am zweiten und vierten Mittwoch jeden Monats, abends 8 Uhr, statt.

Die Vereinsräume befinden sich im Künstlerhause, Sophienstraße 2. (Eingang Torweg rechts.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

Engineering Library
GENERAL LIBRARY
FEB 7 1920
UNIV. OF MICH.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor W. Schleyer in Hannover.

Jahrgang 1919. Heft 2.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)
Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.
Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

WIESBADEN.
C. W. KREIDELS VERLAG.
1919.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 2.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Anlage von Kleinwohnungen in Miethäusern und Sanierung des Inneren der Baublöcke.

Von Prof. Dr.-Ing. Adolf Zeller (Charlottenburg).

Der zunehmende Mangel an Kleinwohnungen zwingt zu einer unbedingten raschen Beseitigung dieser Not. Es ist zu erwarten, daß mit der geplanten massenhaften Erbauung solcher Kleinwohnungen in den Außenbezirken schlechtere Wohnquartiere im Inneren der Stadt verlassen werden, teilweise leer stehen oder schlechter vermietbar sind. Dann tritt ein, was einsichtige Beurteiler der Verhältnisse auf dem Wohnungsmarkt seit langem voraussehen: der Zusammenbruch der schlechter fundierten Hausbesitzer. Was dieser Schlag für den Mittelstand, der vielfach seine Kapitalien Grundstücken und Hausbesitzern anvertraut hat, bedeutet, braucht hier nicht weiter erörtert zu werden.

Ungeheure Opfer werden gebracht werden müssen, um diese Schichten vor dem sowieso drohenden finanziellen Zusammenbruch zu retten oder ihn hinauszuschieben.

Es ist deshalb im nachstehenden versucht, ein Verfahren zu begründen, um dieses unabweisbare Unglück wenigstens mit nicht zu großen Opfern zu einer Verbesserung der Lage der Hausbesitzer und der von ihnen abhängigen Mieter hinsichtlich der gesundheitlichen Wohnverhältnisse zu erzielen und damit die derzeitige Uebervölkerung der Baublocks auf ein erträgliches Maß einzudämmen. Ob es ausführbar ist, kann nur ein praktischer Versuch lehren, der Weg hierzu sei im nachstehenden begründet.

Nach dem allgemeinen Gesetz über Bau und Verbrauch der Wohnungen läßt sich feststellen, daß im Laufe der Zeit, namentlich in der Innenstadt, ursprünglich hochherrschaftliche Wohnungen nach und nach zu Wohnquartieren der Minderbemittelten herabsinken. Diese Erscheinung ist in allen Städten gleichmäßig. Sie gründet sich einmal auf das Verwohnen und die dadurch minderwertig werdenden Gebäude; in großen Städten mit starker Handelstätigkeit jedoch auch durch die starke Erweiterung von Läden, Kontoren und Magazinen in der Innenstadt, sowie durch äußere Erscheinungen, wie Lärm und Unruhe, die das Wohnen in diesen Gegenden von selbst verbieten. Dadurch folgt die Steigerung der Bodenpreise infolge der höheren Mieterträgnisse aus Geschäftsräumen gegenüber von Wohnungen in den Innenquartieren.

Zu diesem Prozeß aus Friedenszeit tritt in und nach der Kriegszeit voraussichtlich der sehr starke Wechsel in den Kreditverhältnissen der Hausbesitzer; namentlich unter den schwächer fundierten werden eine außerordentliche Anzahl selbst der an sich solidesten Personen durch die Kriegsschäden zum Zusammenbruch geführt, während auf der anderen Seite rasch hochgekommene Existenzen durch ein Uebermaß von Geldmitteln ihrerseits die Spekulationen im Grundstücksmarkt ungünstig beeinflussen werden.

Es ist nun die Frage, ob in diesem gewaltsameren Werdeprozeß, der im wesentlichen auf Kosten des Mittelstandes und der Gesundheit der Mieter sich abspielt, die öffentlichen Gewalten regulierend einwirken könnten.

Man hat seither sich stillschweigend damit abfinden müssen, weil man auf dem Standpunkt steht, daß die Erwerbsmöglichkeiten sich ungehindert von einengenden Gesetzesparagraphen entwickeln und abspielen sollen und weil man erwartet, daß unsolide Erscheinungen auf dem Gebiete des Erwerbslebens von selbst durch die gesunderen Unternehmungen unterdrückt werden.

Kann man diesem Grundsatz beipflichten, so erfährt er doch eine wesentliche Einschränkung, wenn es sich um Fragen handelt, welche mit der Sicherheit des Staatswesens als Ganzes zusammentreffen. Nach allen Aeußerungen, welche in den Blättern fast aller politischen Schattierungen in den letzten Monaten aufgetreten sind, unterliegt es gar keinem Zweifel, daß die Frage der Bevölkerungspolitik und die Gesundung unserer Wohnverhältnisse, zwei ineinandergreifende Probleme sind und daß wir um der künftigen Wehrfähigkeit unseres Vaterlandes willen selbst vor Einschränkungen des Hausbesitzes nicht zurückschrecken dürfen, welche eine Schädigung dieser Zukunftsprobleme verhindern könnten.

Es steht weiter fest, daß auch nach dem Kriege nicht nur mit einer sehr viel teureren Bauweise und dadurch bedingten Miete, sondern auch mit einer Steigerung der Bodenwerte zu rechnen ist. Dieses hängt ja lediglich in der Stadt direkt ab von der Einnahme aus dem Mietwerte der Wohnungen und da die Auswahl an Kleinwohnungen

sich nicht in dem Maße steigern wird, wie seither, so ist die mietende Bevölkerung erbarmungslos ohne jede Aussicht auf einen Ausweg dem höheren Mietzins verfallen oder, wenn sie ihm ausweichen will, gezwungen, mit minderwertigen Wohnungen vorlieb zu nehmen.

Hieraus folgt, daß kühl rechnende Hausbesitzer ihrerseits gar keine Veranlassung haben, etwa wie seither, durch Verbesserungen ihrer Wohnungen zahlkräftige Mieter heranzuziehen, sondern daß sie mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen können, selbst minderwertige Wohnungen abzusetzen. Es wird dann aus dieser Ursache heraus voraussichtlich ein Abbruch älterer Häuser zugunsten von Neubauten seltener eintreten und damit die Zahl abgewohnter Wohnungen, die sonst auf natürlichem Wege dem Verfall zustreben, sich nicht vermindern, d. h. mit anderen Worten die Wohnungsqualität wird im Durchschnitt sinken. Es braucht an dieser Stelle nicht weiter begründet zu werden, daß die Verminderung der Wohnungsqualität eine schwere Gefahr für die Gesundheit der Massenbevölkerung darstellt und es ist ein Gebot der Notwendigkeit, sich darüber auszusprechen, inwieweit diese Erscheinung durch Gegenmaßregeln ausgeglichen werden kann.

Eine Gegenmaßregel im Sinne der Verschärfung der Vorschriften über die Beschaffenheit der Mietwohnungen usw. würde zwar zur Verbesserung der Wohnungen, aber nicht zu ihrer Verbilligung führen und gerade diese Verbilligung der Wohnungen ist ein Problem, das bei der Kleinwohnungsnot eine hervorragende Rolle spielen muß. Leider ist damit zu rechnen, daß bei diesem Kriege der leidtragende Teil sich im wesentlichen aus dem Mittelstande rekrutiert, aus dem Kreise der kleinen Geschäftsleute, der niederen und mittleren Beamten und den unzähligen mittellosen Hinterbliebenen akademisch gebildeter Kreise. Für alle diese Gruppen bleibt zum Ausgleich der gesteigerten Lebensbedürfnisse infolge erhöhter Nahrungsmittelpreise usw. nichts anderes übrig, als die kleinere und dadurch billigere Wohnung zu suchen. Sie nehmen also außer dem Mangel an Ernährung noch den Mangel einer schlechteren Wohnung in Kauf, werden also, ganz abgesehen von der seelischen Erschütterung des persönlichen Unglücks auch gesundheitlich doppelt betroffen. Dadurch wird eine Bevölkerungsschicht, welche gewohnt war, bei persönlich bescheidensten Ansprüchen doch staatlich großzügig zu denken und ihre Kräfte dem Dienste des Ganzen ohne großen persönlichen Gewinn zu widmen, sehr stark vermindert. Es ist außer Zweifel, daß damit auch eine Schädigung des Staatsbewußtseins verbunden ist.

Um nun diese unausbleiblichen Wirkungen nach Möglichkeit zu bekämpfen, ist es durchaus angebracht, mit öffentlichen Mitteln, d. h. unter Eintritt aller Steuerzahler eine Gesundung der Wohnverhältnisse der minderbemittelten Klassen zu erstreben. Es gilt besonders die Schäden, welche durch eine unglückselige Baupolizeiordnung ein zu dichtes Bewohnen der Quartiere und damit eine ungeheure Steigung der Bodenrente auslösten, auf ein vernünftiges Maß zu reduzieren und wenigstens die Gebiete der Stadt, welche in naher Zukunft nicht durch das Eindringen von Geschäftshäusern und Fabriken sowieso sich in der Bevölkerungsschicht ändern, zu sanieren.

Man hat in früheren Beispielen solche Sanierungspolitik im wesentlichen aufgefaßt als eine radikale Ausmerzung alter verwohnter Stadtteile, wie man sie in historischen Städten heute noch vielfach antrifft, um Neuanlagen großartiger Straßenzüge usw. herzustellen. Diese Art Sanierung trifft natürlich nicht zu für eine Stadt wie Charlottenburg, die sich eigentlich erst seit 25 Jahren überhaupt gebildet hat. Die Sanierung, die Verfasser hier meint, ist vielmehr aufzufassen als eine Sanierung des Baublocks, d. h. als eine Entlüftung und bessere Lichtzuführung derselben durch Erweiterung der zu knapp bemessenen Hofräume. Es darf zur Begründung hierfür auf eine sehr eingehende statistische und bautechnische Arbeit verwiesen werden, welche von dem Kgl. Baurat, jetzt Professor an der Techn. Hochschule, Albert Weiß, in Charlottenburg im Jahre 1912 als Ergebnis der Strauchstiftung 1911 bearbeitet wurde unter dem Titel: „Können die in den heutigen großstädtischen Wohnverhältnissen liegenden Mängel und Schäden behoben werden?“ *)

Diese Arbeit ist bei Karl Heymann als Buch erschienen und wird auf diese Schrift im nachstehenden öfters zu verweisen sein. Es geht aus dieser Schrift hervor, daß der Mietertrag bei mittleren und kleineren Wohnungen ganz außerordentlich viel höher ist, als die reinen Baunkosten unter Zugrundelegung einer nicht zu unbescheidenen Rente es erfordern, und daß weiter die Kosten der Nutzeinheit des Baues von Kleinwohnungen nicht wesentlich höher sind wie bei den Miethäusern.

Aus diesen letzteren Sätzen läßt sich der Schluß ziehen, daß man bei vernünftiger Ausnutzung des Bodens denselben Mietertrag bei Kleinwohnungsbauten herausholen kann, wie man ihn bei der Mietkaserne herausholt, vorausgesetzt, daß man bei diesem System oder einer Mischung beider Systeme ungefähr dieselbe Wohnfläche herstellen kann. Wird also dieser Nachweis erbracht, so stünde nichts im Wege, eine neue Wohnungsform zu schaffen, welche die seitherige Wohnfläche wiedergibt, ohne doch deren Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Dieser Nachweis ist meines Erachtens in der Schrift von Baurat Weiß geführt.

In dem Abschnitt I der genannten Schrift ist unter e) „die bei den jetzigen Wohnungsmieten verzinsten Bodenpreise“ berechnet, daß erstens einmal die Kleinwohnungen in den großen Mietkasernen die größte Bodenrente abwerfen und daß die Rente mit der Größe der Wohnung abnimmt; daß ferner Bauherr oder Bauunternehmer bei größeren Wohnungen sogar gezwungen sind, um die den Kleinwohnungen entsprechenden Renten auch aus Großwohnungen herauszuholen, diese durch eine ins Auge stechende Ausstattung, wie Zentralheizung und Warmwasserversorgung usw., zu verbessern, also Mittel hineinzustecken, welche für den Mieter eine in gar keinem Verhältnis stehende Steigerung seiner Ausgaben bedeuten. Schließlich kommt die Schrift zu dem Ergebnis, daß selbst bei Bodenpreisen von 40 M. pro Quadratmeter immer noch der Bau von Kleinhäusern oder von Mietkasernen mit kleinen Mittelwohnungen durchgeführt werden kann, ohne daß man dabei weniger Renten erhält, als durch den Bau großer Wohnungen. Schließlich ist noch das Resultat zu berücksichtigen, daß nach der Schätzung der Berliner Bevölkerung $^1/_8$ des Gesamteinkommens als Spekulationstribut des Grundstücksmarktes zu berechnen ist, d. h., daß pro Kopf der Bevölkerung Berlins jährlich ein Tribut von 35 M. pro Person allein dieser Spekulationswirkung geopfert werden muß. Es wäre deshalb dringend die Frage nachzuprüfen, ob man mit nicht zu großen Opfern einen Teil dieser ungeheuerlichen Erscheinungen auf ein erträgliches Maß zurückführen kann, und das erscheint dem Verfasser möglich auf die nachstehend geschilderte Weise:

1. Als Grundlage dieser Vorschläge dient eine Blockbebauung, welche in der genannten Schrift im Abschnitt 5 „die bisherigen Vorkehrungen und Vorschläge zur Behebung der bestehenden Mißstände“ näher beschrieben ist. In diesem Abschnitte ist in sehr anschaulicher Form der Nachweis erbracht, daß allerorts, wo der Bodenpreis schon sehr hoch ist und Handel und Verkehr große Hauptverkehrsadern mit geschlossenen Straßenfronten fordern, die Möglichkeit entsteht, innerhalb der Anlage eines größeren Baublocks, z. B. von 250 m Tiefe und 175 m Länge, in

*) Verlag Karl Heymann, Berlin.

seinem Hofe gewaltige Freiräume zu schaffen, welche ihrerseits zur Ausnutzung für den Kleinwohnungsbau, und zwar in Form zweigeschossiger Reihenwohnhäuser, dienen können. Sowohl in dem Wettbewerb von Prof. Eberstadt, Prof. Möhring und Obering. Petersen für den Wettbewerbsentwurf für Groß-Berlin wie auch in einer Abhandlung im „Städtebau" 1910, Heft 6, von R. Kuczynski und W. Lehweß ist nachgewiesen, daß Angehörige des Arbeiter- und Mittelstandes sich selbst ein kleines Haus mit Garten innerhalb der Stadt so noch in der Nähe ihrer Arbeitsstätte erwerben können. Es würde sich dabei das in Abb. 4, rechts, Seite 42, dargestellte Beispiel ergeben.

Diese ganz zweifellos von kompetentester Seite berechneten und unwidersprochenen Nachweise bilden die Grundlage meiner weiteren Vorschläge.

2. Die Stadt Charlottenburg hat nach den Angaben des Herrn Stadtsyndikus in den Sitzungen der Wohnungspflege bereits bedeutende Mittel sowohl an Hausbesitzer wie an Mieter geben müssen, um sie in ihren seitherigen Wohnverhältnissen zu halten. Es erscheint mir deshalb durchaus geboten, daß mit Einräumung dieser Zugeständnisse namentlich an die Hausbesitzer auch eine Gegenleistung der Hausbesitzer an die Stadt bzw. an die Oeffentlichkeit gemacht wird. Dieses Zugeständnis müßte sich kleiden in die Form eines Servituts, wonach jeder unterstützte Hausbesitzer sich verpflichtet, in eine Beschränkung der Ausnutzungsmöglichkeiten des zur Zeit auf Grund der Baupolizeiordnung bebaubaren bewohnten Raumes seines Grundstückes einzutreten. Diese Zusicherung soll zunächst nur die erste Unterlage für spätere Sanierungsarbeiten bilden, kostet also vielleicht, abgesehen von amtlichen Gebühren, den Hausbesitzern zunächst nichts.

3. Sobald nun nach Abschluß des Krieges oder der nächsten Jahre darauf, es gelungen ist, ein solches Servitut in der Mehrzahl der dichtbewohnten, vorzugsweise von der kleineren Bevölkerung aufgesuchten Baublocks durchzuführen, soll, sofern diese nicht durch die natürliche Abnutzung sich mit Wahrscheinlichkeit erneuern, eine Block- oder Hofgenossenschaft gegründet werden, welche die Sanierung des Blocks ins Auge faßt.

4. Diese Block- oder Hofgenossenschaft soll, da sie sich öffentlicher Mittel bedienen muß, auch unter der Kontrolle der Oeffentlichkeit, d. h. der Stadtverwaltung, stehen und es soll an Hand eines Gesamtsanierungsplanes für den Block zunächst eine vergleichende Kostenberechnung aufgestellt werden, welche zu errechnen hat,

a) wie groß die Kosten des Abbruches sämtlicher innerhalb der Randbebauung stehenden Zwischen-, Hinter- und Hofgebäude sind,
b) wie groß die Kosten sind, um die meist mittleren Vorderwohnungen der Randbebauung durch Teilung, Anfügung neuer Treppenhäuser usw. in Kleinwohnungen umzubauen,
c) wie groß die Kosten sind, um aus dem gewonnenen Abbruchsmaterial der Innengebäude die zweigeschossigen neuen Reihenhäuser innerhalb des Blocks herzustellen und
d) wie groß die Barzuschüsse sind, welche für die Entschädigung der Hausbesitzer erforderlich sind, um die Vermögensverminderung auszugleichen.

Es wird sich dabei herausstellen, daß es sich im wesentlichen um den Vorschuß der Arbeitslöhne handelt, da wenigstens in der ersten Zeit nach dem Kriege alle Baumaterialien, Holz, Backsteine usw. auch in gebrauchtem Zustande ein sehr wertvolles und gut bezahltes Handelsobjekt darstellen, daß also unter Umständen sogar bei sachverständiger Bearbeitung des Block-Sanierungsplanes ein Teil der Löhne aus dem Verkauf der überflüssigen Baumaterialien gedeckt werden kann.

5. Die Sanierung soll bei der Projektierungsarbeit im einzelnen auf nachstehende Punkte besonders Rücksicht nehmen:

a) Ist der Baublock im ganzen nicht sehr ausgedehnt, also eng, so empfiehlt sich, den Innenraum überhaupt nur mit einem niedrigen, ein- bis zweistöckigen Gebäude auszustatten, welches alle diejenigen für die Hauswirtschaft und die Gesundheitspflege der Blockbewohner notwendigen Räume aufnehmen kann, welche in jeder einzelnen Haushaltung vorgesehen oder in besonderen städtischen Gebäuden in großem Maßstabe errichtet werden müßten.
b) Ist der Baublock in den Innenmaßen jedoch größer, so empfiehlt es sich, neben dieser Einrichtung zu a den Einbau der zweistöckigen Reihenhäuser in größerem Umfang durchzuführen und wird diese Form der Bebauung voraussichtlich die wirtschaftlichste sein.

Abb. 1.

c) Was nun die den Haushalt des einzelnen Mieters entlastenden gemeinnützigen Einrichtungen anbetrifft, so gehören dazu in erster Linie alle diejenigen Einrichtungen, welche für die Pflege des heranwachsenden Geschlechts, für Kranke und Rekonvaleszenten notwendig sind. Zur Pflege der Kinder gehören: a) Kinderhort für alle noch nicht schulpflichtigen Kinder, b) ein kleines Badehaus, c) geeignete Spielplätze, d) Volksküche mit Milchabgabe unter Aufsicht.

Da die meisten Angehörigen der minderbemittelten Klassen nicht in der Lage sind, Personal für die Beaufsichtigung der Kinder zu mieten, auch vielfach den ganzen Tag über auf der Arbeitsstelle außerhalb weilen müssen, so ist es unbedingt geboten, daß die Kinder während der Abwesenheit der Eltern in sachverständige Pflege untergebracht werden und daß dies in möglichster Nähe der elterlichen Wohnungen geschieht. Dadurch wird Zeit gespart zum Hin- und Herbringen der Kinder, andererseits den Eltern, sofern sie es sich leisten können, zu Hause zu essen, die Möglichkeit gegeben, dies im Kreise der Kinder zu tun, indem sie sie ohne große Wege nach Hause holen können und damit ein sehr wichtiges ethisches Moment gewahrt, die Pflege des Familienlebens während der wenigen freien Stunden im Hause selbst. Eine frühzeitige Trennung der Eltern von den Kindern, wie sie jetzt in allen erwerbenden Kreisen die Regel ist, führt nur zum frühen Zerfall der Familien und schädigt damit den besten Kern des staatserhaltenden Volksbewußtseins.

Ferner gehören zur Entlastung der Kleinwohnungen die Schöpfung von Einrichtungen innerhalb des Baublocks, welche allen seinen Bewohnern, aber nur diesen, nach Bedarf zur Verfügung stehen. Dazu gehören: ein Badehaus für Erwachsene, eine mit der schon genannten Volksküche im Zusammenhang stehende Lehrküche für alle Mädchen, welche konfirmiert sind und die demnächst ins Erwerbsleben übertreten wollen, ein Raum für Rekonvaleszenten, welcher die öffentlichen Krankenanstalten entlasten kann, möglichst auch ein Wöchnerinnenheim und einige Räume für nicht ansteckende Hauskranke, welche anderenfalls die Familie zwängen, in der Einzelwohnung sich noch mehr zu beschränken, wenn man ihnen ein Zimmer allein einräumen muß. Ferner gehört dazu das innerhalb jedes und sonstige höchst zweifelhafte Baubeflissene das Wohnungswesen auch hier in die Hand bekommen und zum Gegenstand ihrer wüsten Bauspekulationen und Schwindeleien machen. Darüber wird jeder Sachverständige einig sein. Da aber andererseits es auch Aufgabe der Stadtverwaltung ist, das Erwerbsleben aller ihrer Bewohner nach Möglichkeit zu fördern, so schlage ich vor, daß gerade diese Blocksanierung in erster Linie ein Gegenstand der Arbeit unserer akademisch gebildeten Architektenschaft werden sollte und müßte. Die akademischen Standesvertretungen, Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, Verband deutscher Diplom-Ingenieure haben zurzeit in gemeinsamen Beratungen eine Organisation ihrer Angehörigen als Zivilingenieure ausgearbeitet, welche etwa

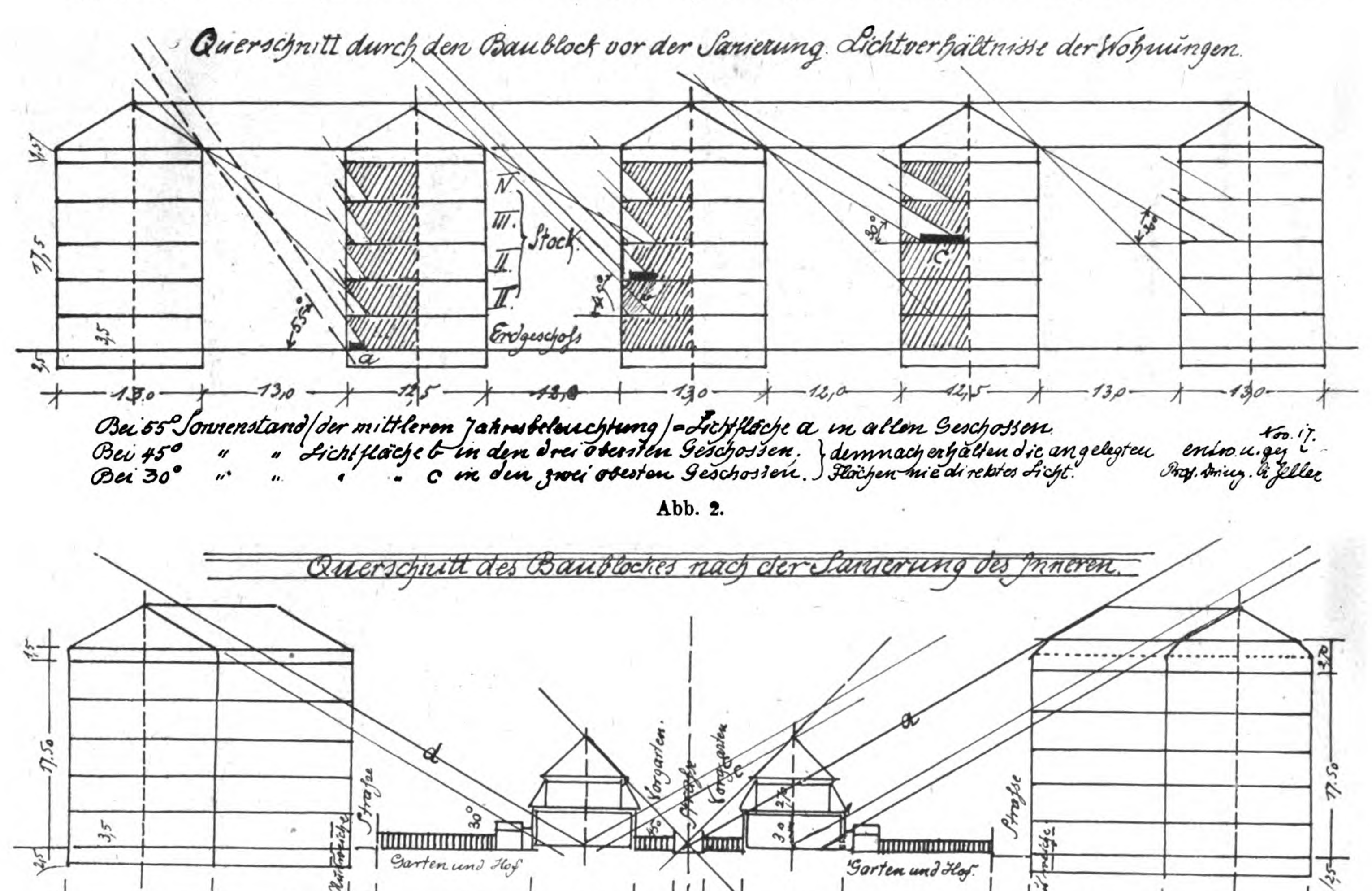


Abb. 2.

Abb. 3.

Blocks für jede Kleinwohnung errechnete Gartenland, wofür ihr soviel Anteil frei zu überlassen ist, daß je nach der Neigung des einzelnen Mieters die Kinder etwas in Gartenarbeit und Blumenpflege sich betätigen können, um sie auch als Stadtkinder mit dem Wesen der Natur, dem Wachsen und Gedeihen der Pflanzenwelt vertraut zu machen. Es wird dadurch mancher Groschen, der sonst in Automaten oder Kinos verschwindet, in einer weit ethischeren Form ausgegeben und z. B. auch durch Blumenpflege auch das Material zum Wohnungsschmuck gewonnen.

6. Die Durchführung dieser Sanierungspläne, und zwar sowohl die Projektaufstellung als auch später die Bauausführung, muß unter allen Umständen, da sie öffentlicher Mittel bedarf, auch in sachverständigster Weise geleitet werden. Es muß bei dieser Gelegenheit mit dem unverzeihlichen Unfug aufgeräumt werden, daß Poliere der der Rechtsanwälte als Verwalter persönlicher Rechte und Freiheiten, entspricht. Diese Organisation, welche zurzeit in einer Eingabe dem Bundesrat vorliegt und durch Gesetz und besondere Kammern geschützt werden soll, bietet für das öffentliche Privatbauwesen die denkbar größte Sicherheit, sowohl gegenüber den Interessen der Unternehmer, wie denen der Wohnungsfrage. Da dieser Organisation auch Architekten angehören sollen, welche zurzeit der zu erwerbenden bundesrätlichen Genehmigung bereits eine mehrjährige Tätigkeit auf dem Gebiete des Baufaches entfaltet haben, so wird niemand geschädigt, wenn bei der Schaffung der Blockgenossenschaft gleichzeitig die Bestimmung getroffen wird, daß sowohl die Sanierungspläne als auch die Gesamtleistung ihrer Ausführung nur durch die genannten Zivilingenieure des Hochbauwesens stattfinden darf. Verfasser möchte sogar so weit

gehen, daß er den gesetzlichen Zwang der Aufsichtsbehörde anruft, daß sie diese Bedingung stellt, denn nach allen Erfahrungen der Vergangenheit ist gerade das Mietkasernenwesen mit so üppig ins Kraut geschossen, weil es vorwiegend in den Händen technisch minderwertig gebildeter und auch sonst ganz unzuverlässiger Personen lag. Einzelheiten darüber können aus der schon öfters genannten Arbeit von Prof. Weiß entnommen werden. Es genügt hinzuweisen auf einen Satz dieser Arbeit, lautend: „Erst dem 19. Jahrhundert war es vorbehalten, die Existenzgrundlage der ganzen Bevölkerung, ja des ganzen Staates der privaten Spekulation zu überlassen“, und daß im 18. Jahrhundert z. B. in Berlin trotz, oder sagen wir besser glücklicherweise infolge des sogenannten Despotismus der preußischen Herrscher jener Zeit, sowohl unter dem Großen Kurfürsten wie später unter Friedrich II. durch geeignete Maßnahmen, jeder Versuch einer Wertsteigung der Bauplätze — also einer Terrainspekulation — von vornherein unmöglich war und daß z. B. Friedrich der Große durch Zuschüsse von Baumaterial und damit verbundene Servitutsbeschränkungen zahlreiche Mitglieder des Handelsstandes zum Selbstbauen ermutigt hat und mit der größten Strenge und schweren Strafen gegen alle Pfuschereien, welche damals von reich gewordenen Militärlieferanten versucht wurden, eintrat. Also Erscheinungen, mit denen wir vielleicht wieder in einigen Jahren, wenn also eine Art Gründerzeit hereinbrechen sollte, zu rechnen haben werden.

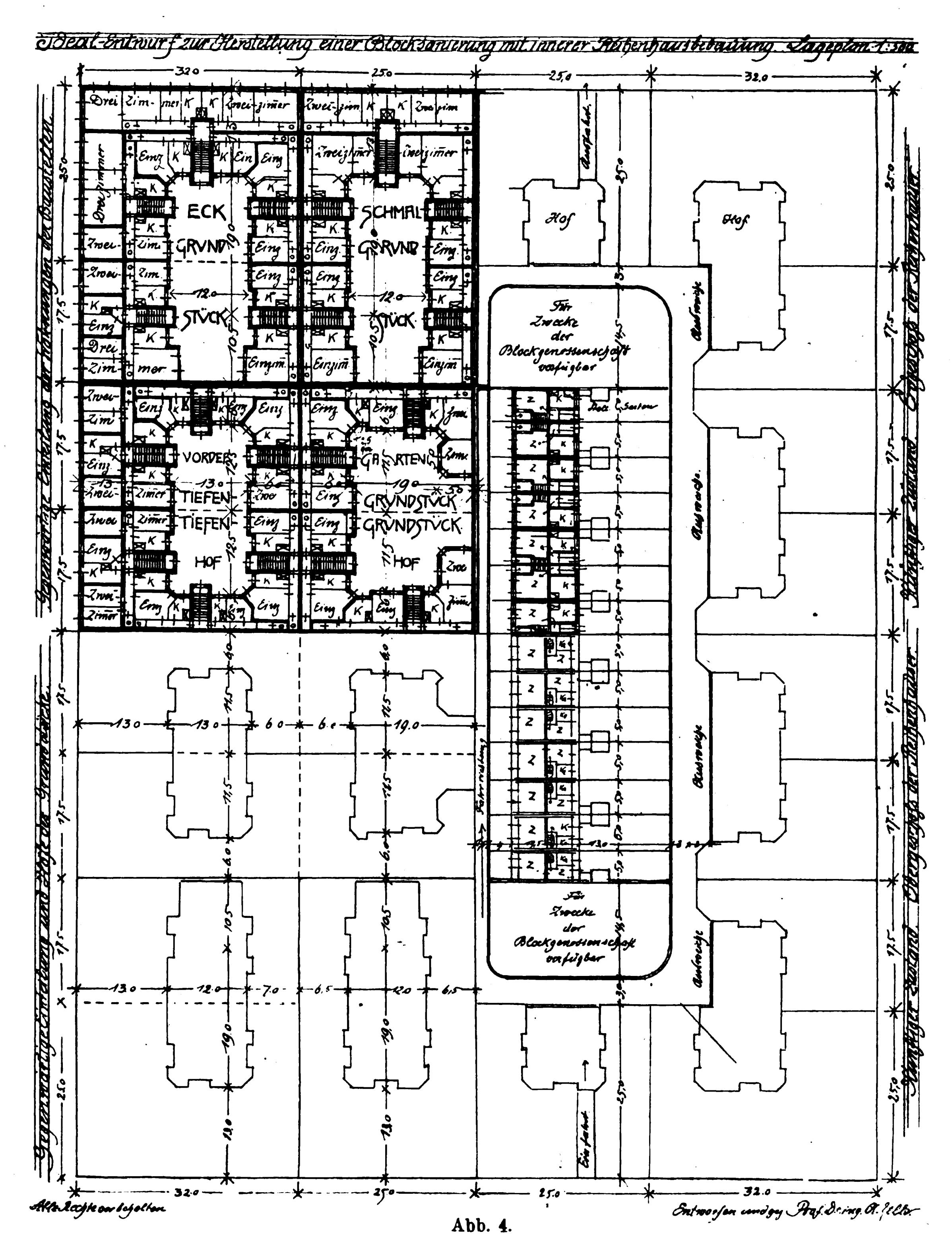


Abb. 4.

Untersuchung der Wertverschiebungen bei Sanierung von Grundstücken nach dem vorgeschlagenen System.

Die Mannigfaltigkeit der Ausgestaltung der einzelnen Baublocks in Miethausmassenquartieren läßt natürlich eine schematische Ausbildung der Sanierung nicht zu. Sie wird sich vielmehr immer im einzelnen nach den gegebenen Umständen richten müssen und bedarf daher zu ihrer wirtschaftlichen und technischen Lösung durchaus hochgebildeter und technisch durchaus geschulter Leiter.

Um nun die Wirkung der Sanierung nach der wohntechnischen, finanziellen und gesundheitlichen Seite wenigstens theoretisch untersuchen zu können, sind im nachstehenden an Hand der Anlagen Nr. 1—6 Unterlagen ausgearbeitet, welche sich im wesentlichen auf die von Dr.-Ing. Weiß und anderen gegebenen statistischen Materialien stützen.

Zunächst wird an dem einfachen Hausgrundstück (Fall I) die Sanierungsmöglichkeit untersucht; dann diese Untersuchung auf den ganzen Baublock übertragen (Fall II).

Zur Vereinfachung der komplizierten Berechnungen ist dabei angenommen, daß die Grundstücke alle gleich sind, gleichviel Wohnungen enthalten und gleiche Mieten erzielen; also Sondergewinn durch Läden in den Erdgeschossen, Kellermieten für Vorratskeller, Grünkramläden usw. unberücksichtigt bleiben und demnach die ungünstigste Finanzierung zugrunde liegt. Ebenso ist die zurzeit zulässige Bebaubarkeit eingestellt, nicht die frühere, da nur jene für die derzeitige Ausnutzungsmöglichkeit die Grundlage bietet.

Fall I.

Einfache Mietkaserne des Berliner Nordens.

(Beispiel: Abb. 8 der Denkschrift von Dr.-Ing. Weiß [1]).

Dr.-Ing. Weiß gibt für seine Herstellungsunkosten auf S. 3 seiner Arbeit folgende Unterlagen:

Die zulässigen 5 Geschosse werden mit 3,5 m Durchschnittshöhe angenommen; der Keller mit 2,5 m, Drempel und Dachwaschküche im Mittel 1,50 m; ergibt zusammen pro Geschoß im Mittel verteilt $= 3{,}50 + \frac{2{,}50 + 1{,}50}{5} = 4{,}30$ m.

Der Preis pro Kubikmeter umbauten Raumes (Friedenspreis) = 14,50 M. [2]); die Kosten des Baues betragen daher für ein Geschoß an Hand der beigefügten Planskizze:

Gesamtfläche Grundstück (Erkerfläche als Grundstücksfläche angenommen) $17{,}50 \cdot 3{,}40 \cdot 1{,}00 =$ 552,90 qm
ab der Hof: $12{,}4 \cdot 11{,}8 + 2{,}70 \cdot 0{,}50 + 4{,}80 \cdot 0{,}70 + 2{,}80 \cdot 1{,}30 - 5{,}80 \cdot 0{,}5 =$ 151,77 „
bleiben 401,13 qm
à 4,3 [3]) = 1724,86 cbm

1725 cbm à 14,5 = 25 015 M. pro Geschoß;
bei 5 Geschossen 125 075 M.
dazu: 152 qm Hoffläche befestigen, Umwehrungsmauer zur Hälfte = 1 207 „
Kosten der Straße, Kanal, Gas- und Wasserleitung usw. pro laufendes Meter = 310 M.;
bei 17,7 m Straßenfront = 5 425 M.
131 707 M.
= rd. 132 000 „

---

[1]) Numerierung Weiß nach der Dissertation, nicht nach dem Buche!

[2]) Reichlich für unsere Wertberechnungen, da die meist älteren Häuser, um die es sich ja hier handelt, meist billiger zwischen 12—15 M. pro Kubikmeter liegen.

[3]) Die Ausnutzungsfähigkeit des Grundstückes würde ohne Hinterhof in vorliegender Form unzulässig sein; denn es ist anzusetzen: bis 32 m Blocktiefe $^7/_{10}$ bebaubar:
Gesamtfläche rd. . 550 qm
$^1/_{10} = 55$; $^7/_{10} = 385$ „
bleibt Hoffläche .. 165 qm
vorhanden .... 150 „
daher 15 qm zuviel bebaut!

An Wohnungen enthält der Bau: pro Geschoß nach vorn 2 Zweizimmerwohnungen von 55 und 73 qm.
5 Einzimmerwohnungen von 30—40 qm.

Also im ganzen: 9 Zweizimmerwohnungen (nach Ausfall Durchfahrt, Erdgeschoß) und 25 Einzimmerwohnungen.

Der Mietertrag im gegenwärtigen Zustande und nach Abbruch der hinteren Hoffront ist in der Anlage I genau berechnet, wobei die in Wirklichkeit ausfallende eine Zweizimmerwohnung für die Durchfahrt im Erdgeschoß mit in Ansatz gebracht ist.

Das Ergebnis dieser Berechnung lautet kurz:

a) Bei Ausbruch und Sanierung der Hinterfront einer einfachen Mietkaserne geschilderter Art sind aufzuwenden in bar: als
Wert des abgerissenen Bauteiles .... 31 000 M.
Ankauf von 99 qm bebauter Fläche, weil für den Besitzer nicht mehr benutzbar .. 10 500 „
Summa... 41 500 M.

b) Unter der Bedingung gegeben, daß der Besitzer von der Entschädigungssumme unter a) Hypotheken tilgt, ergibt sich für ihn eine Steigerung der Reineinnahme nach Abzug aller Abzüge von 3040 auf 3480 M. = + 11 %; eine Verzinsung des eigenen hineingesteckten Kapitals von 8 % auf 9,16 % = + 1,16 %.

c) Auf die Gesamtwertsummen (Baukosten + Grundstück) verteilt, ergibt sich, daß rd. der 4,6te Teil zur Sanierung aufzubringen ist und als solcher verloren geht.

Zu den Abbildungen seien nachstehende Erläuterungen gegeben:

Abb. 1 ist dem bekannten Werke von Eberstadt entnommen und dient lediglich als Unterlage für die Bebauungsflächen, Baumassen und die daraus von Dr.-Ing. Weiß entwickelten Rechnungsergebnisse.

Abb. 2 zeigt den Schnitt vor und Abb. 3 nach der Sanierung. In der letzteren Abbildung war es mir nur darum zu tun, die Wirkung der Lichtstrahlen im Block zu veranschaulichen, und zwar mit dem höchsten Stand der Sonne in unserer Breite (ca. 55°), dem mittleren (45°) und dem niederen früh und abends (vor Sonnenuntergang). Als Lichteinheit ist die horizontale Länge des Bodenflecks (a, b oder c) maßgebend, weil der die direkte Bestrahlung darstellt; alles übrige ist Reflex oder indirektes Licht.

In Abb. 4 ist in ideellem Sinne die Aufteilung eines sanierten Blockes dargestellt, wobei links die Grundstücksteilung entsprechend Abb. 1, rechts die Grundstücksbebauung nach der Sanierung dargestellt ist.

Einiges ist geändert, so habe ich alle Klosetts an (nicht eingezeichneten) Entlüftungsschachten vereinigt, um die Küche davon frei zu halten und die spez. Berliner Unappetitlichkeit von Klosett und Speisekammer in engster Nachbarschaft zu vermeiden. Die Gänge können Hängeböden für Gerät erhalten, damit gewinnt die Wohnung einen wichtigen Nebenraum mehr.

Auf der rechten Seite ist die Sanierung, namentlich auch die Verteilung von Hof, Garten und Straße, gezeigt, die Wege aufs knappste bemessen, wegen der Pflasterkosten. Gleiche Fahrrichtung erlaubt diese Ersparnis durch Anlage von Ausweichstellen.

Fall II.

Baublocks, bestehend aus Mietkasernen des Falles I.

Die vorstehende Untersuchung ist nun weiter ausgedehnt auf die Verhältnisse in einem großen Baublocke, der in Abb. 4 rein ideal gezeichnet ist und der aus lauter Grundstücken der Art etwa von Beispiel I zusammengesetzt ist. Zur Vereinfachung der Rechnung sind die Abmessungen auf runde Zahlen abgerundet.

Die Bebauung dieses Blockes von 114 · 155 m = 17670 qm ist baupolizeilich zurzeit zulässig wie folgt:

a) die Tiefgrundstücke der längeren Seite, hiervon acht:

1. bis 6 m Tiefe voll bebaubar 17,5 · 6 = 105,00 qm

2. von 6 — 32 m = 17,5 · 26 = 455,00
$^{1}/_{10}$ = 45,5
$^{7}/_{10}$ = 318,50 — 318,50 „
bleibt Hoffläche: 136,50
vorhandener Hof: 12,5 · 13,0 = 162,50
zuviel Hof: 26,00

3. von 32 — 57 m = 25,0 · 17,5 = 437,50
$^{5}/_{10}$ = 218,75 — 218,75 „
davon ab Ueberschuß Hof: 26,00
bleibt notwendiger Hof 192,75
bebaut: 642,25 qm

vorhandener Hof: 19 · 11,5 = 218,50
davon ab: 5,0 · 5,0 = 25,00
bleibt Hof: 193,50
Gesamtergebnis bebaute Fläche: 642,25
Hoffläche 162,50 + 192,75 = 355,25
Gesamtfläche Grundstück
17,5 · 57,0 = 997,50

Das Grundstück enthält:

	Einzimmerwohnungen	Zweizimmerwohnungen
Vorderhaus, vorn	2	2
Querflügel I. Hof	1	—
Hinterbau I. Hof	2	—
Vorderbau II. Hof	2	—
Querflügel II. Hof	1	—
Hinterbau II. Hof	—	1
	8	3

b) Zwischengrundstücke der Schmalseite, hiervon vier:

1. bis 6 m Tiefe voll bebaubar:
25,0 · 6,0 = 150,00 qm

2. von 6 — 32 m Tiefe:
25,0 · 26,0 = 650,00
$^{1}/_{10}$ = 65
$^{7}/_{10}$ = 455,00 — 455,00 „
bleibt Hoffläche: 195,00
vorhanden: 19,0 · 12,0 = 228,00
daher Ueberschuß Hof: 33,00

3. von 32 — 42,5 m Tiefe:
25,0 · 10,5 = 262,50
$^{5}/_{10}$ = 131,25 — 131,25 „
ab Ueberschuß Hof von 2. = 33,00
bleibt Hoffläche: 98,25
bebaut: 736,25 qm

vorhandener Hof: 10,5 · 9,35 = 98,18
Gesamtergebnis bebaute Fläche: 736,25
vorhandener Hof: 228 + 98,25 = 326,25
Gesamtfläche Grundstück:
25,0 · 42,5 — 1062,50

Das Grundstück enthält:

	Einzimmerwohnungen	Zweizimmerwohnungen
Vorderhaus	—	4
linker Seitenflügel	3	—
rechter Seitenflügel	3	—
	6	4

c) die Eckgrundstücke, hiervon vier:
das ganze Grundstück hat:
32 · 42,5 = 1360,00
als Eckgrundstück mit
$^{3}/_{4}$ bebaubar = 1020,00
bebaut: 1020,00 qm
bleibt Hof: 340,00
vorhandener Hof:
13 · 19 + 10,5 · 9 = 341,50
bebaut: 1020,00
Hof: 340,00
Gesamtgröße Grundstück:
32 · 42,50 = 1360,00

Das Grundstück enthält:

	Einzimmerwohnungen	Zweizimmerwohnungen	Dreizimmerwohnungen
Langseite außen	1	2	2
Schmalseite außen	—	—	2
Hofseite Hauptbau	2	—	—
Hinterbau	4	—	—
	7	2	4

Das Ergebnis der in Anlage III durchgeführten Sanierungsberechnung ist kurz folgendes:

a) Bei Ausbruch und Sanierung der Hinterhäuser und sogenannten Gartenhäuser einschließlich Quergebäude eines Baublocks sind bei einer Gesamtwertsumme (Baukosten + Grundstückskosten zum Wert von 90 M.) = 5 600 000 M. aufzubringen: Ersatz des verlorengehenden Bauteiles .... 705 000 M.
Ankauf des freigelegten Terrains..... 585 000 „
1 290 000 M.

b) unter der Bedingung gegeben, daß der Besitzer von der Entschädigungssumme Hypotheken tilgt, ergibt sich für ihn eine Steigerung der Reineinnahme nach Abzug aller Abzüge von 36 600 M. auf 54 900 M. = + 50 %. Die Verzinsung des eigenen in den Bau hineingesteckten Kapitals steigert sich von 3,26 auf 4,99 %.

c) Auf die Gesamtwertsumme (Baukosten + Grundstück) verteilt, ergibt sich, daß der 4,3te Teil zur Sanierung aufzubringen ist und als solcher verlorengeht.

d) Dagegen ergibt sich gegenüber dem Beispiel I folgender Vorteil:
Reihenwohnhäuser, welche auf einem der Spekulation vollständig entzogenen Terrain seitens des Sanierungsausschusses errichtet und zu seinen Gunsten verzinst werden können.
In Anlage IV sind die Art der Herstellung, die Unkosten und die Verzinsung im einzelnen berechnet.

In den seitherigen Beispielen war berechnet, wie groß die Kosten des Baues, wie groß die des Terrains, wie groß die Summen der Ablösung der Innenbauten und ihres Terrains sind, alles ohne Berücksichtigung etwaiger Wertverminderung, gleichsam, als ob das ganze Anwesen eben neuerrichtet sei.

In Anlage IV ist nachgewiesen, daß auch bei Bebauung des Blockes im Inneren trotz günstiger Verzinsung an eine Verzinsung der Sanierungskosten nach Art der geschilderten Berechnung nicht zu denken ist.

Es sind bei diesen Berechnungen bis jetzt nicht berücksichtigt:

a) die Wertverminderung durch Baualter und Abnutzung,
b) die jährliche Amortisation.

Es liegt auf der Hand, daß, wenn man einen gebrauchten Gegenstand kauft, man im allgemeinen nicht dessen Anschaffungskosten bezahlt. Im gleichen Sinne hat der Hausbesitzer keinen Anspruch darauf, daß ihm der volle Wert der in das Grundstück gesteckten Unkosten vergütet werde, sondern nur der Wert, den das Haus im Augenblick des Verkaufs wirklich darstellt.

Diese Auffassung ändert erheblich die Berechnung der seitherigen Beispiele und sei in Anlage V für den Baublock nochmals wiederholt. Es ist dabei vorausgesetzt, daß die betr. Miethäuser schon 20 Jahre stehen und daß ihre Baudauer 80 Jahre sei. Es ergibt sich aus der Tabelle des Deutschen Baukalenders 1914, S. 191, für ein

(im allgemeinen schlechtgehaltenes) Miethaus mit rascher Verwohnung die Anwendung der Formel $E = \frac{A}{D}$, wo A das augenblickliche Alter, D die Dauer des Gebäudes ist; somit $E = \frac{20}{80} = 25\,\%$ Abnutzung des ursprünglichen Bauwertes darstellt.

Wie steht es nun mit dem Grundstückswert für den abzureißenden Teil?

Die Einrichtung der Blockgenossenschaft soll das Objekt (den freigelegten Hof) gänzlich der Bauspekulation entreißen. Es tritt daher derselbe Fall ein, als ob ein Grundbesitzer durch Anlage einer Straße oder Eisenbahn dauernd auf die Nutznießung eines Teiles seines Besitzes verzichten muß.

Die Nutznießung wird also am besten in Form einer einmaligen Entschädigung abgelöst, als welche nach besonderer Vereinbarung in Anlage V der derzeitige Wert (hier 90 M. pro Quadratmeter) eingesetzt ist.

Es ergibt sich dann das folgende Bild:

Die Gesamtbaukosten von 4 000 000 M. verringern sich auf 3 000 000 M. augenblicklichen Bauwert; entsprechend der Wert der abzubrechenden Gebäude von 705 000 M. auf 528 750 M.

Das Gebäudeterrain hat seinen Wert nicht verändert, eher gesteigert, das abzukaufende soll daher in Form einer einmaligen Abfindung, also zum jetzigen Grundstückseinheitspreis entschädigt werden, obwohl damit die 6 bis 8malige Wertsteigerung vom ursprünglichen Ankauf berücksichtigt wird.

Es wird dabei angenommen, daß diese Form des Verkaufs den Besitzern zwar die Möglichkeit weiterer Spekulation nimmt, doch aber sie in den Stand setzt, sich in ihren Verbindlichkeiten erheblich zu entlasten und so der Gefahr eines Zusammenbruches zu entgehen, wenn seitens der Aufsichtsbehörde zu schlechte Wohnungen einfach gesperrt würden.

Die neue Berechnung in Anlage V ergibt für die Belastung des Sanierungsausschusses ein etwas günstigeres Bild; die Verzinsung des Gesamtkapitals wie des eigenen steigt von 1,29 auf 1,32 bzw. von 4,99 auf 5,08 %.

Es erscheint hiermit erneut bewiesen, daß die Sanierung dem Hausbesitzer nur Vorteile bringt, und es darf die Frage aufgeworfen werden, ob eine Sanierung unter Verbesserung der Rente des Block- oder Hausbesitzers den öffentlichen Interessen entspricht.

Meines Erachtens entspricht dies nicht den allgemeinen Wirtschaftsverhältnissen. Die Anlagewerte aus Staatspapieren sind, abgesehen von der Kriegsanleihe, um fast 25 % gesunken, also der solide Besitz, der dem Staate Kreditgebenden, um 1/4 seines Wertes geschädigt und wohl auf lange, da alle Industriewerke einen ungeheuren Geldbedarf zeigen.

Es werden deshalb alle Geldgeber ihre Mittel lieber dem Industrie- als dem Baumarkt zuführen und deshalb die Hypothekengläubiger nur sehr schwer Geld bekommen.

Es ist deshalb kein Grund vorhanden, bei Sanierungen die Rente des Baues über die vorhandene durch Zubußen zu steigern.

Dies würde also bedeuten, daß bei den Sanierungsberechnungen der Anteil der Verzinsung über die seitherige des Besitzers dem Sanierungsausschusse zur Deckung seiner Kapitalaufnahme zugute kommt.

Das würde das geschäftliche Gebaren wie folgt ändern: Bei dem zuletzt errechneten Beispiel Anlage V würde die von der Sanierungskommission aufzubringende Entschädigung von 1 120 000 M. mit einem Zinsanteil = Zinsertrag aus eigenem Kapital nach der Sanierung — Zinsertrag aus eigenem Kapital vor der Sanierung = 5,08 — 3,26 = 1,82 % zu berechnen sein.

Das ergäbe von den Gesamtzinsen von 54 900 — 36 600 einen Anteil pro Jahr = 18 300 M.
Hinzu tritt der Zinsertrag aus der Bebauung des sanierten Hofgebietes = ... 6 900 „

zusammen Jahreszinsertrag 25 200 M.

Diese 25 200 M., zu 4 % verzinslich jährlich angelegt, wachsen zur Summe von 1 120 000 M. bei 4 % Verzinsung an in X Jahren.

Für je 100 M. müssen bei 4 % Zinsen und 40 Jahren pro Jahr 1,052 M. zurückgelegt werden, daher für 1 120 000 M. jährlich 11 782 M.; d. i. ungefähr die Hälfte der zur Verfügung stehenden Jahreseinnahmen 40 Jahre lang. Von dem Rest: 25 200 — 11 788 = 13 400 M. können dann jährlich bei 1 120 000 M. geliehenem Kapital an Zins vergütet werden $\frac{13\,400 \cdot 100}{1\,120\,000} = 1{,}2\,\%$.

Würde man die Rückzahlungsfrist erstrecken auf 80 Jahre, dann ergibt sich: für 100 M. pro Jahr: 0,181 Beitrag, also jährlich für 1 120 000 M. = 0,181 · 11 200 = 2027 M. Von dem Rest: 25 200 — 2027 = rd. 23 200 könnte dann jährlich bei 1 120 000 M. geliehenem Kapital ein Zins vergütet werden $\frac{23\,200 \cdot 100}{1\,120\,000} = 2{,}07\,\%$.

Würde man die Rückzahlung auf 100 Jahre ausdehnen (eine sorgfältige Behandlung des Hauses ergibt 100—150 Jahre Baudauer), dann gäben 100 M. pro Jahr 0,081, also jährlich für 1 120 000 M. = 0,081 · 11 200 = 907 M. Von dem Rest: 25 200 — 900 = 24 100 könnten dann jährlich bei 1 120 000 M. geliehenem Kapital an Zins vergütet werden $\frac{24\,100 \cdot 100}{1\,120\,000} = 2{,}15\,\%$ Zins, also ein Satz, welcher für im öffentlichen Interesse geliehene Kapitalien durchaus verantwortet werden kann.

In Abb. 3 rechts ist der Schnitt des Dachgeschosses als Umbau des Drempeldaches zu einem Mansardengeschoß von 2,70 m Lichthöhe angedeutet. Es hat nach den Lichteinfallinien die Anlage dieses Daches an sich viel für sich, da es die Ausnutzung zu einer größeren Anzahl neuer Wohnungen, nämlich

	Ein-	Zwei- zimmerwohnungen	Drei-
in den 4 Eckgrundstücken	4 · 6 = 24	4 · 2 = 8	4 · 4 = 16
in den 4 Tiefengrundstücken	4 · 2 = 8	4 · 2 = 8	—
in den 8 Längsgrundstücken	8 · 3 = 24	8 · 2 = 16	—
zusammen	56	32	16 = 104

ermöglicht, welche alle hinsichtlich Luft und Sonne als die besten zu bezeichnen sind. Gegen die Hitze- und Kältewirkung ist allerdings vorausgesetzt eine völlige Ausmauerung aller Zwischenwände in rheinischen Schwemmsteinen oder sonstigen schlechten Wärmeleitern; ebenso statt der üblichen Deckenstaakung die in Schwemmsteinen. Sorgfältiger Deckenputz mit Verrohrung der Balken sowie guter Wandputz ist auf diesen Wänden, die nagelbar sind, besonders haltbar, so daß z. B. bei den jetzigen teuren Preisen für Malmittel, Klebstoff und Tapeten Weißen und Kalkfarbenanstrich genügt.

Ein solches Dachgeschoß ist baupolizeilich bekanntlich jetzt nicht erlaubt. Die Anordnung von 25 cm starken Brandmauern aus Ziegeln, die feuersichere Herstellung des bereits vorhandenen Treppenhauses, die Ausführung der Zwischenwände in Schwemmstein einschließlich der unverbrennlichen Stakung bietet jedoch alle Sicherheit für Brandgefahr, und erscheint ein solcher Vorschlag durchaus prüfenswert.

Die Verzinsung dieses neuen Dachgeschosses stellt sich nämlich insofern als sehr günstig heraus, als nicht

nur das notwendige Baukapital (etwa $^1/_{16}$ von 4 000 000 Baukosten für den Block = 250 000 M.) zu 4 % für die I. Hypothek, der Zuschuß aus Sanierungskapital und die II. Hypothek mit 5 % gedacht wird, sondern auch im Laufe von 80 Jahren nach den Berechnungen Anlage VI neben der Tilgung der Summe von 250 000 M. mit Jahreszahlungen von $2500 \cdot 0{,}181 = 452$ M. noch eine Roheinnahme von 10 300 M. verbleibt, welche eine Rente für die Tilgungssumme der Sanierung von $\frac{10\,300 \cdot 80}{1\,120\,000} = 0{,}74\,\%$ abwirft.

Mit dieser Summe würde sich aber der Zinsenertrag steigern von 2,07 auf 2,07 + 0,74 = 2,81, ein Satz, der im vorliegenden Falle als günstig bezeichnet werden darf. Die Ausdehnung der Tilgung auf 100 Jahre ergibt 2,15 + 0,91 % = 3,11 %, entspricht also der Rente 3 % Staatsanleihen. Dem Umstand, daß Dächer und damit auch Wohnungen unter solchen einer stärkeren Abnutzung unterliegen, ist in Anlage VI übrigens Rechnung getragen durch die Erhöhung der Amortisationsquote auf 2 % statt 1 % und durch die Erhöhung der Dachunterhaltung auf 2 % statt 0,5 % wie beim übrigen Bau.

Gesamtergebnis.

Faßt man den in vorstehenden Untersuchungen dargestellten Sanierungsplan und seine rechnerische Durchprüfung zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Es erscheint sehr wohl möglich, unter bestimmter Einschränkung der freien Verfügung über die Baustellen oder Baublocks eine Wohnform zu finden, welche bei einer radikalen Beseitigung aller zurzeit üblichen Hinter- und Gartenhäuser in enge Massenquartiere Licht und Luft schafft und die Wohndichte von der derzeit üblichen von ca. 70 auf ca. 50 herabdrückt.

2. Es ist dazu notwendig, daß nach sorgfältiger, nur von hochgebildeten technischen Kräften durchgeführten Taxen und Planstudien Entwürfe und Kostenanschläge aufgestellt werden, welche alle Einzelheiten, baulichen Zustand, derzeitigen Bauwert, Nutzungswert und Lasten prüfen und in Form eines Sanierungsplanes die voraussichtlichen Unkosten der Aenderung, die neue Verzinsung und die Amortisation des notwendigen Sanierungskapitales feststellen.

3. Es ist notwendig, daß sich zur Ausführung von 2. die Stadtverwaltungen für diese Sache im Interesse ihrer weniger bemittelten Einwohner, namentlich des künftig immer schwerer leidenden Mittelstandes, sich der Mithilfe sozialer Verbände versichern, welche bereit sind, zu besonders geringem Zinsfuß von ca. 2—3 % auf eine größere Dauer von 80—100 Jahren die notwendigen Barmittel zur Verfügung zu stellen. Diese sind aus den Mietertträgnissen der neuen Kleinwohnungen bzw. aus den Mehrerträgnissen der verbleibenden Rente gemäß den in Anlage V und auf S. 47 ff. näher erörterten Vorschlägen zu decken.

4. Es empfiehlt sich, diese Frage an Hand eines praktischen Falles einmal durchzuarbeiten, um auf Grund der gesammelten Erfahrungen diejenigen Bestimmungen eines solchen Sanierungsunternehmens näher zu erforschen, welche notwendig sind, um von dieser rein sozialen gesundheitsfördernden Ausführung alle Elemente und Umstände fernzuhalten, welche zu spekulativen Ausschreitungen, wie bisher am Grundstücksmarkt und Wohnungsmarkt, führen könnten.

Anlage I.

Berechnung der Mieteinnahmen, der Unkosten, der Mietausfälle nach dem teilweisen Abbruch und ihre Ablösung.

Beispiel 1.

A. Derzeitige Mieteinnahmen, Unkosten und Verzinsung.

Nach Weiß und nach den Angaben von Gustav Müller, Karten zur Berechnung der Grund- und Bodenwerte in Berlin, sind nachstehend die Einnahmen und Lasten der Miethausbesitzer für das Beispiel Anlage I errechnet.

a) die Einnahmen aus dem genannten Hause betragen:
10 Zweizimmerwohnungen à 485 M. = 4 850 M.
30 Einzimmerwohnungen à 300 „ = 9 000 „
Rohertrag: 13 850 M.

b) von diesem gehen ab sicherheitshalber[1]):
1. Ausfälle für leerstehende Wohnungen
2 % von 13 850 = 277 „
13 573 M.
2. 0,5 % Bauunterhaltung bei 131 000 M. Bauwert . . . . = 651 „
3. Abgaben und Unkosten, Wohnbetrieb einschließlich Steuer, Gas, Wasser usw.[2])
= 15,5 % von 13 573 = 2104 „
4. Amortisation des Baues für Wertverminderung 1 % der Baukosten von 131 000 M. = 1317 „
zus. 4072 M. 4 072 „

bleibt Rohgewinn aus dem Gesamtkapital (Baukosten rd. 130 000 M. + Baustelle 60 000 M.) = 190 000 M. . . . . = 9 500 M.

Von diesem gehen ab die normale Verzinsung des aufgenommenen Hypothekenkapitales, und zwar (nach Weiß):
60 % des Kapitales von 190 000 M.
= 114 000 „ zu 4 % = 4 560 M.
20 % des Kapitales von 190 000 „
= 38 000 „ zu 5 % = 1 900 „
zus. 6 460 M.

danach ist der reine Ertragswert des Hauses
= 9 500 — 6 460 = 3 040 M.

oder die Rente aus dem Gesamtkapital beträgt:

$$\frac{3\,040 \cdot 100}{190\,000} = 1{,}60\,\%.$$

Die Rente aus dem eigenen in das Haus hineingesteckte Kapital von (190 000 — 114 000 — 38 000) = 38 000 beträgt: $\frac{3\,144 \cdot 100}{38\,000} = 8\,\%$, wird aber voraussichtlich höher sein, da in obigem Beispiel sowohl die Unkosten als die Grundstückskosten sehr hoch eingestellt sind.

B. Ausfälle bei teilweisem Abbruch.

Mietbruttoertrag: 13 850 M.
Der Mietertrag mindert sich um:
10 Einzimmerwohnungen à 300 M. = 3 000 „
bleiben: 10 850 M.

---

1) Von den genannten Werten ist der Abzug unter 1. leerstehende Wohnungen wechselnd, doch bei Wohnungsmangel unwahrscheinlich, wenn die Wohnung nur einigermaßen imstande ist.

2) Die Abgaben unter 3. umfassen nach Weiß:

1.	Steuern mit	6,45 %	
2.	Kanalisation	1.50 %	
3.	Schornsteinfeger	0,16 %	
4.	Müllabfuhr	0,26 %	
5.	Reinigungsutensilien	0,12 %	
6.	Portierwohnung	1,11 %	(bei 13850 = 154 M.)
7.	Gehalt desselben	1,35 %	(„ 13850 = 187 „) Werte sehr gering bemessen!
8.	Verwaltungskosten	1.56 %	
9.	Wasserverbrauch	1,21 %	
10.	Gasverbrauch	0,90 %	
11.	Telephon oder Weckapparat	0,30 %	
12.	Feuerkasse	0,58 %	
		15,50 %	des Brutto-Mietertrages.

Von diesen Prozentsätzen der Abzüge unter 1—4 werden die unter 4, 9 und 10 bei weniger Bewohnern sinken, ebenso die Versicherung unter 12. Die Bauunterhaltung sowie die Amortisation durch Verwohnen des Baues wächst mit seinem Alter, so daß es wahrscheinlich ist, daß die Rente aus dem Hause mit seinem Alter überhaupt sinkt, sofern nicht etwa eine Steigerung der Mietpreise eintritt.

Uebertrag... 10850 M.

1. Die Ausfälle für leerstehende Wohnungen werden mit ihrer wesentlichen Qualitätsverbesserung mit Licht und Luft sinken; die Rente aus den Einzelwohnungen sogar steigen. Sicherheitshalber sind diese außer Betracht gelassen.
2. Die Bauunterhaltung = 0,5 % ist nur noch für den vorhandenen Bau zu berechnen. Sein Wert ist: Ursprünglicher Gesamtinhalt pro Geschoß 1725 cbm nach Abbruch des Hinterbaues Inhalt = 99 · 4,3 = 425 „ bleiben: 1300 cbm
   Gesamtbauwert bei 5 Geschossen = 1300 cbm · 14,5 M.[1]) · 5 = 94250 M. = rd. 95000 M. einschließlich Abputz der freiwerdenden Rückwand. 0,5 % Bauunterhaltung von 95000 M. = 475 M.
3. Abgaben und Unkosten: Wohnbetrieb 14 % statt 14,5 % = 10850 = 1519 „
4. Amortisation des Baues: 1 % der Baukosten des verkleinerten Baues von 95000 M. = 950 „
   2944 M. rd. 2950 „

bleibt Rohgewinn: 7900 M.

Die Hypotheken von 111400 M. und von 38000 M. wurden gegeben auf das ganze Grundstück nebst Haus. Von diesen Gesamtwerten sind in Abzug zu bringen die Grundstückswertverminderung durch Abkaufen des Terrains des Hinterhauses = 10500 M.[2])
sowie der Bauwert des abgebrochenen Hinterhauses = 425 cbm · 14,5 · 5 = 30812,5 M. = rd. 31000 M. 31000 „
41500 M.

Auf die geliehenen Summen verteilt sich dieser Betrag auf die I. Hypothek mit 60 %

$$\frac{41500 \cdot 60}{100} = 24600 „$$

auf die II. Hypothek mit 20 %

$$\frac{41500 \cdot 20}{100} = 8200 „$$

32800 M.

während der Rest von 8700 „

41500 M.

eigenes Geld darstellt, welches bereits in den Wertverminderungen von Bau- und Grundstückskapital verrechnet ist.

Der Besitzer tilgt mit dem Bauerlös von 41500 M. seine Schulden; d. i. zuerst die teure II. Hypothek von 38000 M. und dann von der ersten 114000 M. den Anteil (41500 — 38000) = 3500 = 110500 M. I. Hypothek, er hat daher noch aufzubringen:

$$\frac{110500 \cdot 4}{100} = 4420 „$$

so daß ihm verbleibt als Reinertrag: 3480 M.

[1]) Nach Weiß: Abschnitt I. d. I. 1. A. (Beispiel im Norden. Einheitspreis pro Kubikmeter 14,50 M.)

[2]) Gesamtwert Grundstück: 550 qm = 60000 M.; pro qm = 109 M.; nach H. Müller Bodenwerte 73–89 M.; Bodenwerte im Beispiel demnach sehr hoch geschätzt. Abbruchsfläche (siehe Anlage 2, 1.): 99 qm à 109 M. = 10791, abgerundet = 10500 M.

Demnach beträgt die Rente aus dem geminderten Gesamtkapital: (130000 — 31000) + (60000 — 10500)

$$= 99000 + 49500 = 148500\ \text{M.} = \frac{3480 \cdot 100}{148500} = 2{,}34\ \%,$$

die Rente aus dem eigenen in den Bau hineingesteckten Kapital von 38000 M. $= \frac{3480 \cdot 100}{38000} = 9{,}16\ \%$.

Im Vergleiche zum ursprünglichen Grundstücke hat sich also: die Rente von Gesamtkapital von 1,60 % auf 2,34 %, die Rente aus dem eigenen Kapital von 8 % auf 9,16 %, der reine Zinsertrag von 3040 M. auf 3480 M. erhöht.

Anlage II.

Ueberschlägliche Kostenberechnung über Abbruchkosten und Verkaufswert der Hintergebäude der Mietkaserne Abb. 1.

Bemerkung: Für die nachstehenden Angaben dienen als Unterlage:
a) die Herstellungskosten nach Weiß: Abschnitt I. d. I. 1 zu Abb. 8 (siehe Abb. 1),
b) die Preise nach Deutscher Baukalender 1914 (Bearbeiter Stadtbaurat Winterstein),
c) Deutsches Baujahrbuch 1914.

1. Abbruchsmengen:		Fläche	Höhe	Inhalt cbm Masse
Gesamtgröße Grundstück		552,90		
ab der Hof	151,77			
Baufläche Hinterbauten	98,78			
	250,55	250,55		
daher bebaute Fläche		302,40		
Der Rauminhalt daher gemäß Angaben auf Seite 43: Fläche pro Geschoß		99,00	21,50	2125
Zur Ermittelung der reinen Mauerfläche · a) Massenberechnung:				
Abzüge: Wohnung I	32,96			
Wohnung II	40,64			
Treppenhaus	11,75			
	85,35	85,35		
bleibt reine Mauerfläche		13,43		
da Wände oben abnehmen, im Mittel		13,00	21,50	280
ab für Türen, Fenster, Zwischenwände rd. 30 % =				— 84
				196
dazu Zwischendecken 90 · 6 · 0,3 =				+ 178
				374 cbm

Diese Masse ist $= \frac{374 \cdot 100}{2125} = 17{,}5\ \%$ des Gesamtinhaltes, was stimmt, da im allgemeinen 17 % gerechnet werden.

b) Die Massenermittelung auf Grund praktischer Erfahrungen des Berliner städtischen Hochbauamts (siehe Hilfswissenschaften, Baukunde, Architekt 1885, S. 69) ergibt für fünfgeschossige Häuser =
pro 100 cbm Bauinhalt = 8,5 % Maurermaterial,
pro 100 qm Decken = 150 lfd/m oder 7,5 cbm Holz,
pro 100 qm Dächer = 275 lfd/m oder 5 cbm Holz.

2. Unkosten Abbruch (alle Einheitspreise mit 40 % Kriegszuschlag).*)

215 cbm Mauerwerk-Abbruch, bis Keller	8,50	1850,00 M.
140 qm Dachfläche entschiefern, entbretтern, stapeln	0,70	98,00 „
275 lfd/m Sparren und Dachverband abbrechen und stapeln	0,50	137,50 „
49 qm Latten- und Bodenverschläge	0,30	15,00 „
zu übertragen...		2100,50 M.

*) Zur Zeit der Abfassung des Manuskriptes 1917.

Uebertrag...		2100,50 M.
375 qm Fußbodenbelag nebst Scheuerleisten	0,50	187,50 „
550 lfd/m Balken	0,55	302,50 „
30 Fenster	2,00	60,00 „
35 Türen	2,00	70,00 „
64 qm Podeste, steigende Läufe	5,00	320,00 „
90 qm Kellergewölbe	3,00	270,00 „
240 cbm Bauschutt abfahren = 175 Wagen	14,00	2450,00 „
Bauaufsicht usw., Stempel, Abrundung..		739,50 „
Gesamtkosten Abbruch...		6500,00 M.

3. Verkaufserlöse	Kriegspreis		Friedenspreis	
84000 alte Ziegel pro 1000	20,00	1680 M.	15,00	1260 M.
2500 Stück Schiefer, engl. Deckart	0,30	750 „	0,15	375 „
125 qm Dachverschalung..	1,00	125 „	1,00	125 „
5 cbm Sparrenholz	50,00	250 „	30,00	150 „
27 cbm Balkenholz	60,00	1620 „	40,00	1080 „
30 alte Fenster	20,00	600 „	15,00	450 „
35 alte Türen	20,00	700 „	15,00	525 „
5 alte Klosetts, Abflußrohr, Spülkasten	50,00	250 „	30,00	150 „
400 qm Fußboden, als Dachschalung noch brauchbar	1,00	400 „	1,00	400 „
10 Kochmaschinen	40,00	400 „	20,00	200 „
10 Oefen	30,00	300 „	20,00	200 „
alte Träger, Metalle, Dachrinnen, Abfallrohre....		425 „		85 „
		7500 M.		5000 M.

Anlage III.

Berechnung der Mieteinnahmen, der Unkosten, der Mietausfälle eines Baublockes und Kosten und Ertrāgnis ihrer Sanierung nach Bebauung des Inneren mit Reihenhäusern.

Beispiel 2.

a) Derzeitige Mieteinnahmen, Unkosten und Verzinsung. Es sind nachstehende Wohnungen zum Vermieten verfügbar:

	Ein-	Zwei-	Drei-
	zimmerwohnungen		
Aus 4 Eckgrundstücken .. 4·5·4 =	—	—	80
„ 4 „ ... 4·2·5 =	—	40	—
„ 4 „ .. 4·7·5 =	140	—	—
„ 4 Grundstücken der Schmalseite ... 4·4·5 =	—	80	—
aus 4 Grundstücken der Schmalseite ... 4·6·5 =	120	—	—
aus 8 Grundstücken ..... 8·3·5 =	—	120	—
der Langseite ... 8·8·5 =	320	—	—
Gesamtsumme:	580	240	80
In Wegfall kommen im Erdgeschoß durch Einfahrten:			
aus 4 Eckgrundstücken: 4 Dreizimmerwohnungen	—	—	— 4
für Eingang hinzu: 4 Zweizimmerwohnungen	—	+ 4	—
für Durchfahrt fallen fort: 4 Dreizimmerwohnungen	—	—	— 4
hinzu treten: 4 Zweizimmerwohnungen	—	+ 4	—
außerdem wird die Einzimmerwohnung nach vorn aufgelöst = 4 Einzimmerwohnungen	— 4	—	—
das eine Zimmer bleibt dem Portier.	—	—	—
in den Baustellen der Schmalseite in Fortfall: 4·2 Zweizimmerwohnungen ..	—	— 8	—
hinzu: 4·2 Einzimmerwohnungen ...	+ 8	—	—
in Wegfall: 4 Verwalterzimmer.....	— 4	—	—
in den Baustellen der Längsseiten in Fortfall: 8·1 Zweizimmerwohnungen .. (davon die Reste für Portier)	—	— 8	—
bleibt vermietbar:	580	232	72

Nach der Zahl der Wohnungen werden vereinnahmt:

72 Dreizimmerwohnungen je 750 M. = 54 000 M.
232 Zweizimmerwohnungen „ 485 „ = 112 520 „
580 Einzimmerwohnungen „ 300 „ = 174 000 „
340 520 M.

1. für Mietausfälle kommen in Wegfall:
$2^1/_4$ % von 340 520 M. = 7 520 M... 7 520 „
333 000 M.

ferner gehen ab:

2. Bauunterhaltung 0,5 % der Gesamtbaukosten von 4 000 000 M.[1]) = 20 000 M.
3. Abgaben und Unkosten, Wohnbetrieb einschließlich Steuer, Gas, Wasser usw. 15,5 % von 333 000 M. = 51 615 = rd. 52 000 „
4. Amortisation der Gesamtbaukosten als Wertminderung pro Jahr 1 % von 4 000 000 M. = 40 000 „
112 000 M.
= 112 000 M.

bleibt Rohgewinn: 221 000 M.

Das gesamte aufgewendete Baukapital einschließlich Grundstücksunkosten[2]) beträgt: 5 600 000 M. Von dieser Summe gehen auf I. Hypothek: 60 % = 3 360 000 M.
zu 4 % = 134 400 „
auf II. Hypothek: 20 % = 1 120 000 M.
zu 5 % = 56 000 „
zus. 190 400 M.
221 000 „
— 190 400 „
bleibt Rohgewinn: 36 600 M.

oder Rente aus dem Gesamtkapitale:

$$\frac{36\,600 \cdot 100}{5\,600\,000} = 0{,}65\,\%,$$

oder Rente aus dem eigenen Kapitale:

$$\frac{36\,600 \cdot 100}{1\,120\,000} = 3{,}26\,\%.$$

b) Verzinsung des Baublocks nach Ausbrechen der Hofwohnungen. Nach der Zeichnung fallen fort alle innerhalb der roten Umgrenzung liegenden Wohnungen.

Es fallen fort:	Einzimmerwohnungen:	
in den Eckgrundstücken: 4·6,0·17 = 408 = rd. 410 qm	4·2·5 = 40	410 qm
in den Grundstücken der Schmalseiten: (6,5·2·6,5 + + 10,5·7,85·2) = 4 (84,5 + + 164,85) = 997,4 = rd. 1000	4·4·5 = 80	1000 „
Grundstücke der Langseite: 17,5·6 = 105,0; — Vorsprung 5,0; 100·8		800 „
	2·5·8 = 80	
Wegfall: Einzimmerwohnungen	200	2210 qm

[1]) Berechnung der Gesamtbaukosten: Die bebaute Fläche beträgt nach S. 45 = 8·642,25 + 4·736.25 + 4·1020
= 5138 + 2945 + 4080 = 12163 qm,
nach den Erläuterungen auf S. 43 Inhalt dieser Bauten:
12163·4,3·5 = 261500 cbm rd. à 14,5 M. = 3 791 750 M.
Kosten der Befestigung usw. der Hofflächen:
17670 — 12163 = rd. 5500 qm je 6 M. = 33 000 „
Kosten der Straßen:
2·114,0 + 2·155,0 = 538 lfd./m à 310 M. = 166 780 „
3 991 530 M.
oder rd. 4 000 000 M.

[2]) Die Gesamtbaukosten betragen:
Reine Baukosten gemäß Note [1]) .... = 4 000 000 M.
Kaufpreis (bzw. Wert) des Bodens (nach Müllers Karte der Bodenwerte Berlins) 17670 à 90 M.
= 1590300 M. = rd. .... 1 600 000 „
Gesamtbaukosten: 5 600 000 M.

demnach Ausfall an Baukosten:
$2210 \cdot 4{,}3 \cdot 5 = 47515^{cbm} \cdot 14{,}5 = 688967$ M.
dazu Anteil der Befestigung der Hofflächen: $9{,}3 \cdot 10{,}5 \cdot 4 +$
$+ 12 \cdot 7 \cdot 4 + 19 \cdot 23 \cdot 4 + 5 \cdot 4 \cdot 4$
$= 390 + 336 + 1748 + 80$
$= 2554$ je $6{,}0 =$ .... 15 324 „
704 291 M.
= rd. 705 000 M.

Es ergibt sich somit die nachstehende Verzinsung:
ursprüngliche Einnahme nach a = 340 520 M.
davon ab 200 Wohnungen à 300 = 60 000 „
280 520 M.

1. für Mietausfälle 2 % von 280 520 M. = 5610 M. = rd. 5 520 „
275 000 M. 275 000 M.
2. Bauunterhaltung 0,5 % des noch vorhandenen Baues: 4 000 000 — 705 000 = 3 295 000 = 16 475 „
3. Abgaben und Unkosten Wohnbetrieb einschl. Steuer, Gas, Wasser usw. 15,5 % von 275 000 M. = ... 42 935 „
4. Amortisation der Gesamtbaukosten als Wertverminderung pro Jahr 1 % der Summe von 3 295 000 M. .... 32 950 „
92 360 M.
= rd. 92 500 „
bleibt Rohgewinn: 182 500 M.

Das gesamte zurzeit noch bestehende Kapital beträgt: 3 295 000 M. Baukosten + (1 600 000 — 585 000[3]) = 4 310 000 M. neuer Gesamtwert.

Daher sind an Hypotheken zu bezahlen:

ursprünglicher Wert	5 600 000 M.
neuer Wert	4 310 000 „
daher Entschädigungssumme....	1 290 000 M.
davon ab die II. Hypothek.....	1 120 000 „
	170 000 M.
I. Hypothek	3 360 000 „
daher Rest der I. Hypothek ...	3 190 000 M.
Verzinsung zu 4 % = ...	127 600 „
bleibt Reingewinn:	54 900 M.

oder Rente aus dem Gesamtkapital: $\frac{54900 \cdot 100}{4310000} = 1{,}29$ %

Rente aus dem eigenen Kapital: dasselbe hat sich infolge der Abzahlungen fremder Gelder auf der ursprünglichen Höhe von 1 120 000 M. erhalten, daher: $\frac{54900 \cdot 100}{1120000} = 4{,}99$ %

Anlage IV.

Beispiel einer Innenbebauung.

Auf der rechten Hälfte von Abb. 4 ist der Plan einer Innenbebauung dargestellt. Maßgebend waren allein die Lichtverhältnisse. Im Schnitt Abb. 3 ist dargestellt, wie der Lichteinfall gedacht ist. Von der Mitte des Blockes nach der Randbebauung soll eine Linie von 30° die am weitesten nach innen vorspringenden Bauteile berühren (a). Ferner soll der Abstand der Reihenhäuser so sein, daß eine Linie von 45° von Blockmitte ausgehend die Dachkante des Obergeschosses bildet (b). Die Lichtstrahlen dringen bei 30° (abends) dann noch bis zur halben Haustiefe ein (c).

[3]) An Gelände fällt fort: $(114 - 26 \cdot 2)(155 - 2 \cdot 25) = 62 \cdot 105 = 6500^{qm}$ rd. je 90 M. = 585 000 M.

Diese ungünstigsten Beleuchtungsverhältnisse treffen nur zu bei den nach dem Hofe zu vorspringenden Resten der Querflügel, bei den Vorderbauten ist die Beleuchtung der Reihenhäuser so, daß ein Strahl von 30° noch die Mitte der Wohnung trifft (d).

Die gleichen Verhältnisse treffen für den Längenschnitt zu. Hier entstehen vier größere Freiflächen, welche zu Zwecken der Blockgemeinschaft ausgenutzt werden; sie erhalten 4 Baracken, und zwar für:

a) Leichtkranke, Rekonvaleszenten, erste Hilfe bei Unglücksfall,
b) Kinderhort nebst Milchküche und Spielplatz,
c) Badeanstalt,
d) Spielplatz.

Die Reihenhäuser selbst, 14 pro Reihe, zusammen 28, sind nach dem Vorbilde des Vereins für Verbesserung der Wohnverhältnisse in München in der Weiskopfstraße (siehe Dr.-Ing. Weiß, Abb. 85) gedacht; 5 m breit, 9,5 m tief; Höhe bis Oberkante Dachbruch 5,7 m; gewählt ein Mansarddach, weil dieses weniger Licht einnimmt, als Giebelhäuser. Jedes Haus hat einen kleinen Garten, von $5{,}0 \cdot 11{,}5 = 57^{qm}$; Stallanbau für Ziegen oder Schweine. Die Zufahrt erfolgt durch eine 3,0 m Längsstraße, welche nur in einer Richtung befahren werden darf; weitere Innenstraßen gleicher Breite mit Ausweichstellen ziehen sich innerhalb des Blocks herum; vor den Häusern liegt ein 4,0 m tiefer Vorgarten.

Die Unkosten*) dieser Anlage berechnen sich wie folgt: Nach den Angaben von Dr.-Ing. Weiß kosteten die Reihenhäuser pro Stück 5600 M.; daher
$28 \cdot 5600 = 156800$ M.
für die Nebenbauten von $3{,}0 \cdot 2{,}0 \cdot 3{,}0 \cdot 13 =$ je 400 M. $= 28 \cdot 400 =$ 11 200 „
für die Gärten $20 + 50 = 70^{qm}$ à 1 = $70 \cdot 28 =$ rd. 2 000 „
für die Zäune: $30 \cdot 11{,}5 + 28 \cdot 2 \cdot 5 = 625$ lfd./m à 4 M. = 2 500 „
für $28 \cdot 2 = 56$ Türen je 15 M. = 840 „
für Straßenanlage (roh gerechnet) Kanal, Gas, Wasser (in Mitte Mittelweg) = 160 lfd./m je 300 M. = 48 000 „
221 540 M.
= rd. 230 000 „

Die 28 Wohnungen (Dreizimmerwohnungen) vermietet mit 750 M. ergeben: .... 21 000 M.
1. für Ausfälle 3½ % .... 840 „
20 260 M.
2. für Bauunterhaltung pro Jahr 0,5 % von 230 000 M. .... = 1 150 M.
3. für Betriebskosten 15,5 % von 19 000 M. .... = 2 945 „
4. für Amortisation des Baukapitales 1 % von 230 000 M. = 2 300 „
6 395 M. 6 395 „
13 865 M.
Rohgewinn = rd. 13 800 „
Die Verzinsung des Baukapitales von 230 000 M. erfolgt bei gemeinnützigen Anstalten zu 3 % .... = 6 900 „
bleibt Reingewinn: 6 900 M.

Der Betrag von 6900 M. stellt sonach eine Reineinnahme dar, welche für Ablösung gemachter Schulden bei Finanzierung der Sanierung zur Verfügung stände.

Von diesem Zinsertrage kann eine Deckung und Verzinsung des Sanierungskapitales nicht bestritten werden, da selbst für einen Zeitraum von 100 Jahren 1 290 000 M.

*) Es sind hier die Friedenspreise eingesetzt, einschließlich Material, obwohl letzteres aus dem Abbruch genommen wird.

sich durch einen Jahresbetrag von 1045 M. zwar sammeln, doch der dann verfügbare Jahresrest von 6900 — 1045 M. = 5855 M. nur eine Zinsvergütung von

$$\frac{5855 \cdot 100}{1290000} = 0{,}44\ \% \text{ zuläßt.}$$

Anlage V.

Sanierung von Beispiel 2 unter Rücksicht auf die Wertverminderung des Gebäudes.

Rohgewinn nach Ausfall der abzureißenden Wohnungen .... 280520 M.

1. für Mietausfälle 2 % von 280520 M. = rd. 5520 „

bleiben ... 275000 M.

2. Bauunterhaltung 0,5 % des noch vorhandenen Baues (nach 20 Jahren) = von (4000000 — 705000) · $^3/_4$ = 3295000 · $^3/_4$ = 2471250 · $\frac{0{,}5}{100}$ = ... 12356 M.
3. Abgaben und Unkosten 15,5 % von 275000 M. = ... 42625 „
4. Amortisation des geminderten Gesamtbaubetrages von 2471250 M. zu 1 % = ... 24713 „

79694 M.

= rd. 79700 „

195300 M.

Die aufzubringende Entschädigung beträgt:

a) für das Grundstück jetziger Preis (90 M.) 6500 qm rd. 90 M. = ... 585000 M.

b) Ausfall an Baukosten: $^3/_4$ · 705000 = ... 523750 „

1108750 M.

daher Entschädigungssumme erhöht auf die Höhe der II. Hypothek = ... 1120000 M.

bleibt nur noch die I. Hypothek mit 3360000 M. à 4 % = 134400 „

daher Reingewinn ... 60900 M.

$$\text{Gesamtkapital: } \frac{60900 \cdot 100}{4000000} = 1{,}32\ \%$$

$$\text{Eigenes Kapital: } \frac{60900 \cdot 100}{1120000} = 5{,}08\ \%.$$

Anlage VI.

Berechnung der Rentabilität eines ausgebauten Dachgeschosses auf den den Block umgebenden Miethäusern.

Auf Grund einer besonderen überschläglichen Massen- und Kostenberechnung und unter Verwendung der brauchbaren Baumaterialien der abgebrochenen Bauteile ergibt sich, daß der Aufbau eines Dachgeschosses in der auf S. 48 beschriebenen Ausführungsweise bei einem Gesamtkostenaufwand für den Block von 4000000 M. etwa 250000 M., also $^1/_{16}$ erfordert.

Auf Grund dieser Summe, welche natürlich in jedem Falle besonders nachzuprüfen ist, ergeben sich folgende Einnahmen und Ausgaben:

Nach Seite 48 stehen an neuen Wohnungen zur Verfügung:

56 Einzimmerwohnungen je 300 M. = ... 16800 M.
32 Zweizimmerwohnungen je 400 M. = ... 12800 „
16 Dreizimmerwohnungen je 500 M. = ... 8000 „

37600 M.

1. hiervon ab für Mietausfälle 2 % von 37600 = rd. 600 „

bleiben ... 37000 M.

2. für die erhöhte Bauunterhaltung der Mansardendächer 2 % der Baukosten von 250000 M. = ... 5000 M.
3. Abgabe und Unkosten 15,5 % von 37000 M. = ... 5700 „
4. Amortisation infolge stärkerer Abnutzung 2 % von 250000 M. = 5000 „

15700 M. 15700 „

bleiben. . 21300 M.

Zu decken sind: I. Hypothek $250000 \cdot \frac{60}{100}$ = 150000 M. à 4 = ... 6000 M.

II. Hypothek: $250000 \cdot \frac{20}{100}$ = 50000 M. à 5 = 2500 „

Verzinsung des Zuschusses an Gesellschaftskapital zum Aufbau des Dachgeschosses: 50000 M. à 5 = ... 2500 „

11000 M. 11000 „

bleibt Reingewinn ... 10300 M.

Diese Summe steht zur Verfügung für Amortisation der 250000 M. Unkosten und der Verzinsung aus der bereits amortisierten Sanierungsschuld (Anlage V und S. 49).

Es ergibt sich wieder:

Rücklage für 80 Jahre:

2500 · 0,181 = 452 M. pro Jahr; daher übrig für Zinsen für Amortisationsschuld: 11000 — 450 = 10500 oder

$$\text{Rente} = \frac{10300 \cdot 80}{1120000} = 0{,}74\ \% \text{ pro Jahr.}$$

Rücklage bei 100 Jahren:

2500 · 0,081 = 200 M. pro Jahr; daher übrig für Zinsen für Amortisationsschuld: 11000 — 200 = 10800 M. oder

$$\text{Rente} = \frac{10800 \cdot 100}{1120000} = 0{,}96\ \% \text{ pro Jahr;}$$

so daß sich die Endwerte aus Seite 48 steigern auf:

2,07 + 0,74 = 2,81
und 2,15 + 0,96 = 3,11 %.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Professor Dr.-Ing. Michel in Hannover.

Privatbauten.

Wohn- und Geschäftshäuser. Alte Häuser in Fraustadt; von Alfred Grotte. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 44.)

Holländische Wohnhöfe; von Reg.-Bmstr. Hartwig. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 1.)

Alte Reihenhäuser der Wasserkante; von K. Mühlke. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 173.)

Herrenhaus in der Mark; von v. Saltzwedel. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 159.)

Die Fuggerei in Augsburg. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 150.)

Verbessern ländlicher und gewerblicher Arbeiterwohnungen; von A. Heydemann. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 205.)

Wohnhäuser für Eisenbahnbeamte in Aßmannshausen und an der Lorelei; von Merkel. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 310.)

Kleinhaussiedelung Eckgewann bei Freudenheim auf Gemarkung Mannheim; von Herm. Ehlgötz. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 21.)

Heimdankausstellung für Kriegsbeschädigtenfürsorge in Leipzig 1917. — Mit Abb. u. Tafeln. (Städtebau 1917, S. 74.)

Wohn- und Geschäftshaus Bergmann in Neiße; von Fritz Behrendt. — Mit Abb. u. Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1918, S. 297.)

Zwei Wohnhäuser im Dolderquartier in Zürich; erbaut durch Architekten Bischoff & Weideli. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 28.)

Wohnhaus E. Wirz-Schwarzer in Langenthal. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 128.)

Wohnungsnot in Zürich und die städtischen Wohnbauten an der Nordstraße. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 201.)

Haus Prof. C. W.-P. am Lindenweg, Basel. Architekt: Hans Bernoulli. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 239.)

Kleinwohnungsbau in Hamburg. (Deutsche Bauz. 1918, S. 335.)

Wohnhaus des Architekten Prof. Karl Moser in Zürich. — Mit Abb. u. Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 3.)

Deutsche Bestrebungen im Kleinwohnungs- und Siedelungswesen. (Deutsche Bauz. 1918, S. 101.)

Gebäude für landwirtschaftliche Zwecke. Ländliche Bilder von der Westfront; von Fr. Rimmele. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 152.)

Serbisch-bulgarische Bauernhäuser; von F. W. Virck. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 212.)

Werkstatt- und Fabrikgebäude. Neuere Wassertturmbauten in Schlesien und Posen; von Dittmar Wolfsohn. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 57.)

Gestaltung industrieller Bauten; von Dr.-Ing. Fucker. Erläuterung zweier Bauentwürfe der Wayss & Freytag-A.-G. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 113.)

Abwasserbeseitigungsanlagen in Fabriken. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 119.)

Neuere Silo-Ausführung für die Thomasschlackenmehl-Industrie; von Obering. Oskar Muy. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 85.)

Getreidesilo der Kunstmühle Rosenheim, A.-G., in Rosenheim; von G. Escher. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 77.)

Neubau der Fruchtrohstoff-Fabrik Stahl & Mante in Berlin-Weißensee. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 53.)

Erztaschenanlage der Vereinigten Hüttenwerke Burbach-Eich-Düderlingen, Werk Esch (Luxemb.). — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 9.)

Korkzerkleinerungsanlage mit aufgebautem Korksilo und Wasserbehälter für die Korksteinfabrik Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen am Rhein. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 1; Industriebau 1918, S. 49.)

Ausnutzung der Dachgeschosse. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 31.)

Gesundheitliche Fortschritte im Industriebau; von Dr. Hanauer. (Industriebau 1918, S. 40.)

Räumlichkeiten zum Aufbewahren und Ueberwintern von Kartoffeln. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 52.)

Siloanlage der Gercke & Deppen-Hansamühle, A.-G., in Bremen. Architekten: Hildebrand & Günthel. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 65.)

Stahllager und Bürogebäude von W. Hertsch in Stuttgart-Untertürkheim; von Fritz Rößler. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 76.)

Die Malzindustrie für Brauereien; von Rudolf Wiedemann. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 81.)

Bürogebäude der Mannstaedtwerke, Fassonwalzwerk, in Troisdorf bei Köln. Architekten: Schreiterer & Below. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 97.)

Oellagergesellschaft m. b. H. Duisburg im Industriehafen Stettin; von Matthaei und Roddewig. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 100.)

Pläne zu einer Mälzerei; von R. A. Wiedemann. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 104.)

Werkstättenbau Hansa-Lloyd-Werke, A.-G., Bremen; von R. u. G. Schellenberger. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 10.)

Neuzeitliche Zementfabriken unter besonderer Berücksichtigung ihrer Förder- und Lagermittel; von M. Buhle. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 24.)

Grundrißentwicklung gewerblicher Anlagen; von Reg.-Bmstr. Eduard Emele. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 214.)

Hochbaukonstruktionen.

Eisenbeton zum Kleinwohnungsbau; von Dr. Werner Scheibe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz., Mitt. üb. Zement usw., 1918, S. 98.)

Das ostpreußische Pfannendach; von Konrad Hildebrand. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 58.)

Das ostpreußische Pfannendach; von G. Osterroth. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 260.)

Durchbildung der Fenster in Oesterreich; von Prof. Alfred Grotte. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 165.)

Vom einfacheren Bauen nach dem Kriege; von Magistratsbaurat Matzdorff. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 178.)

Dachstuhl der St. Hedwigskirche in Berlin; von Hasak. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 298.)

Der Schwemmsteinbau; von Baurat Siebold. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 312.)

Behelfsbauten nach der Bauart von Schmetz; von Schmohl. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 325.)

Betrachtungen über konstruktive Fragen in verschiedenen Epochen der Architektur; von Josef Durm. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 341.)

Ersatz für Eisenbauten; von Dr.-Ing. G. Barkhausen. (Deutsche Bauz. 1918, S. 337.)

Denkmäler.

Bismarckturm auf dem Schloßberg bei Burg im Spreewald (s. **1918**, S. 277); von Dr. Alfred Bretschneider. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 7.)

Denkmalpflege.

Patschkau in Oberschlesien; von Kurt Boenisch. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 52.)

Romanischer Brunnen aus Kloster Schönau; von Luthmer. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 73.)

Wiederherstellung von Altären im Königreiche Sachsen; von Dr. Robert Bruck. — Mit Abb. (Kirche 1917, S. 151.)

Schutz der Kunstdenkmäler in den besetzten Gebieten Italiens. (Deutsche Bauz. 1918, S. 97.)

Iphofen im Fürstbistum Würzburg. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 25.)

Wiederherstellung der Wartburg. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 305.)

Wiederaufbau von Belgien; von J. Stübben. (Deutsche Bauz. 1918, S. 53.)

Kunstgewerbe.

Bauart süddeutscher Truhen; von Prof. Dr.-Ing. Hermann Phleps. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 4.)

Städtebau.

Pläne für die Stadterweiterung und Hafenanlagen der Stadt Königsberg i. Pr.; von Dr.-Ing. Fritz Block. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 55.)

Wasserturm und Städtebau; von Reg.-Bmstr. A. Pelzer. — Mit Abb. (Industriebau 1918, S. 17.)

Städtebauliches aus Rußland, St. Petersburg; von Scheurembrandt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 189.)

Wettbewerb für die Freilegung der Marienkirche und die Ausgestaltung des Marktplatzes in Prenzlau. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 245.)

Wiederaufbau des Stadtinnern von Namur; von J. Stübben. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 321.)

Verbesserung des Stadtplans von Konstantinopel als Folge der großen Brände. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 345.)

Baublock in Leipzig-Schönefeld. — Abb. von Wettbewerbs-Ergebnissen mit Urteil des Preisgerichts. (Deutsche Konkurr. Heft 387, Bd. 33, Heft 3.)

Aus der Tätigkeit der Siedelungs-Gesellschaft Sachsenland. — Mit Abb. u. Tafeln. (Städtebau 1917, S. 89.)

Preisausschreiben für den Wiederaufbau der kriegszerstörten Gebäude in der Umgebung der evangelischen Kirche in Lyck. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 277.)

Ideen-Wettbewerb für einen Bebauungsplan der Gemeinde Grenchen. — Abb. von Entwürfen mit Urteil des Preisgerichts. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 64.)

Ideen-Wettbewerb für die Ausgestaltung der Stadtgebiete an den beiden Seeufern in Luzern. — Abb. von Entwürfen nebst Urteil des Preisgerichts. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 249.)

Grünanlagen der Stadt Rüstringen; von Dipl.-Ing. Hahn. — Mit Abb. (Städtebau 1917, S. 57.)

Wie baue ich eine grüne Stadt? Von Leberecht Migge. — Mit Abb. (Städtebau 1917, S. 59.)

Zur Frage der Arbeitersiedlungen; von E. Koschnitzki. — Mit Abb. (Städtebau 1917, S. 66.)

Das Stadtbild. — Eine Personenfrage; von Dr.-Ing. Gellhorn. (Städtebau 1917, S. 67.)

Aus dem Wettbewerb „Groß-Düsseldorf" 1912; von Dr. Fritz Hoeber. — Mit Tafel-Abb. (Städtebau 1917, S. 68.)

Gesamtplan für die Stadterweiterung von Braunschweig; von Theodor Goecke. — Mit Tafel-Abb. (Städtebau 1917, S. 81.)

Schule, Kirche und Pfarrhaus im Ortsbild; von Dr.-Ing. Werner Scheibe. — Mit Abb. (Schulhaus 1918, S. 17.)

Wettbewerb Greifengasse Basel. — Abb. von Entwürfen mit Urteil des Preisgerichts. (Schweiz. Bauz. 1918, I, S. 113.)

Wiener Städtebau-Fragen; von Dr.-Ing. Albert Hofmann. Ausgestaltung des Platzes vor der Votiv-Kirche und des „Aeußeren Burgplatzes". — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 1.)

Südliche Stadterweiterung von Amsterdam; von Dr.-Ing. J. Stübben. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 65.)

Rechtliche Fragen.

Das preußische Wohnungsgesetz; von Brüstlein. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 114.)

Stadtbauordnung vom Jahre 1722 im Urtext mit Einleitung; von Dr.-Ing. W. Fuchs. (Städtebau 1917, S. 86.)

Vertragsabschluß für den Bauherrn durch den bauleitenden Architekten. (Deutsche Bauz. 1918, S. 287.)

Allgemeines.

Wesen der Glocke; von Johannes Biehle. — Mit Abb. (Denkmalpflege 1918, S. 30.)

Unsere neuen Glocken; von Prof. Dr. Dethlefsen. (Denkmalpflege 1918, S. 9.)

Fritz Schuhmacher als Hamburgischer Baudirektor; von G. Henry Grell. — Mit Abb. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 19.)

Zukünftige Ausnutzung des technischen Akademikers in der Verwaltung; von Dr.-Ing. Werner Scheibe. (Neudeutsche Bauz. 1918, S. 128.)

Gebrauch der „Läuteglocke"; von Prof. Biehle. (Kirche 1917, S. 144.)

Baukunst auf der livländisch-estländischen Ausstellung in Berlin. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 265.)

Dächer; von Hans Freude. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 245.)

Das Baltische Polytechnikum in Riga. (Deutsche Bauz. 1918, S. 278.)

Das Bauwesen auf der Breslauer Messe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1918, S. 314.)

Die „Tet"-Architektur; von Prof. Kanold. (Deutsche Bauz. 1918, S. 74.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. v. Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Tunnelbau.

Eisenbahntunnel unter dem Sunde von Malmö (s. **1918**, S. 283). Der Entwurf des Ing. Ohrt wird kurz besprochen. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 273.)

Untertunnelung von Meerengen. Kurze Angaben über die beabsichtigten Untertunnelungen des Aermelkanals und der Meerenge von Gibraltar, sowie über die Untersuchungen einer Untertunnelung des Suezkanals. (Deutsche Bauz. 1918, S. 276.)

Tunnelverbindung unter dem Aermelkanal (s. **1918**, S. 293); von C. Andreae. Der Entwurf von A. Sartiaux wird eingehend dargestellt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, II, S. 85). Der Kanaltunnelplan wird von Sir Arthur Fell, dem Vorsitzenden des Parlamentsausschusses für den Kanaltunnel befürwortet und es wird seine Notwendigkeit dadurch begründet, daß die Zukunft Londons von seiner Erbauung abhänge. (Z. d. Ver. deutscher Eisenbverw. 1918, S. 553.)

Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Kanaltunnel Dover-Calais. Der Reinertrag ergibt sich nach der ausführlichen Berechnung zu rd. 29,6 Millionen Frcs. Das Anlagekapital von 320 000 000 M. verzinst sich also mit 9 vom Hundert. (Z. d. V. deutscher Eisenbverw. 1918, S. 491; s. auch daselbst 1917, S. 324.)

Tunnel unter der Straße von Gibraltar. Nachdem bereits Berlier 1898 einen diesbezüglichen Vorschlag gemacht hatte, kommt H. Bressler auf diesen Gedanken zurück, der eine Ueberlandbahn von Paris nach dem Senegal bezweckt. Der Tunnel würde auf eine Tiefe von 840^{m} unter dem Meeresspiegel zu liegen kommen. Der Ausgangspunkt in Spanien wäre bei Tarifa zu suchen; auf marokkanischer Seite stehen zwei Punkte zur Wahl, die beide ihre Vor- und Nachteile haben. Einschließlich der Zufahrtrampen würde der Tunnel eine Länge von 25^{km} erhalten, und die Fahrzeit im Tunnel würde bei einer Geschwindigkeit von 80$^{km}/_{Std.}$ rd. 20 Minuten betragen. Auf Grund des Durchschnittspreises vom Mont Cenis, Gotthard, Arlberg und Simplontunnel wird ein Meterpreis von 8000 M. berechnet, was für 25^{km} eine Gesamtsumme von 200 Millionen Mark ergibt. Dazu kämen noch 88 Millionen Mark für den Ausbau des Hafens von Dakar, so daß sich als Gesamtkosten 288 Millionen Mark ergeben. Nach Vollendung des Tunnels könnte man ohne Wagenwechsel in 3 Tagen von Paris nach St. Louis und mit der von England geplanten afrikanischen Ueberlandbahn in 18 Tagen von London nach Kapstadt gelangen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 288; Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1918, S. 388; Z. d. Ver. deutscher Eisenbverw. 1918, S. 551.) Es sind bereits von der Orleans-Eisenb.-Ges. Schritte bei der spanischen Regierung zur Erteilung einer Baugenehmigung erfolgt. Der Tunnel soll den Teil einer unmittelbaren Eisenbahnverbindung zwischen Madrid-Dakar-Senegal bilden und einen weiteren Anschluß an die britische Eisenbahnlinie Kapstadt-Kairo haben. (Z. d. Ver. deutscher Eisenbverw. 1918, S. 695.)

Lüftung von Untergrundbahnen (s. **1918**, S. 284). In neuerer Zeit sind zahlreiche Verbesserungen aufzuweisen, die kurz angeführt werden. (Z. d. Ver. deutscher Ing. 1918, S. 459.)

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsbericht.

Vereinsversammlung vom 26. März 1919.
Vorsitzender: Herr Schleyer. Schriftführer: Herr Kaiser.
Anwesend 21 Mitglieder, 1 Gast.

Das Protokoll der Sitzung vom 15. Januar cr. wird genehmigt. Nach Mitteilung geschäftlicher Eingänge erläutert Herr Nessenius den Haushaltsplan für 1919, der ohne wesentliche Debatte angenommen wird. Lebhafte Aussprache entspinnt sich über die Frage, ob der Verein trotz der letztjährigen Ablehnung des Zuschusses von 1000 M. — früher 1800 M. — seitens des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten nochmals an die maßgebenden Behörden herantreten soll. Mit Rücksicht auf die gänzlich veränderten Zeitumstände und den Wechsel der ausschlaggebenden Persönlichkeiten wird beschlossen, den Antrag auf Bewilligung des Zuschusses, der „für die Erhaltung des wissenschaftlichen Charakters der Zeitschrift" viele Jahrzehnte hindurch uns gewährt worden ist, nochmals zu wiederholen. — Ueber die Beiträge zu Organisationen, denen der Verein korporativ beigetreten ist, entsteht eine Debatte, in die die Herren Börgemann, de Jonge, Knoch, Schleyer und Wolf lebhaft eingreifen. Obwohl der Vorsitzende mit Rücksicht auf die Finanzlage des Vereins einen Beitrag von je 25 bis 30 M., höchstens 50 M. für ausreichend hält und mehr den Beitritt möglichst zahlreicher Einzelmitglieder zu den neuen Vereinigungen dringend empfiehlt, wird beschlossen, 1. dem Akademikerbund Hannover (einmalig) 250 M., 2. dem Bund bildender Künstler der Provinz Hannover 200 M., 3. dem Bund technischer Berufsstände, Ortsgruppe Hannover, nach Vereinbarung, höchstens jedoch 125 M. (satzungsgemäß!) zu gewähren. — Als außerordentliche Mitglieder werden aufgenommen die Herren Reg.-Bauführer Cords, Reg.-Bauführer Pfänder und Reg.-Bauführer Dr.-Ing. Ziegeler. — Der Vorsitzende teilt mit, daß durch Regierungsverfügung (mit Gesetzeskraft) vom 8. Februar 1919 die Kriegsbeschädigtenfürsorge auf das Reich übertragen ist, und daß alle bestehenden Privatorganisationen dieses Zieles sich dem dazu gebildeten Reichsausschuß anzugliedern haben. Es sei dringend notwendig, daß die Kriegsbeschädigten sich in möglichst großer Zahl in Gruppen zusammenschließen, weil nur Gruppen von „entsprechender" Mitgliederzahl — über die Höhe dieser Zahl entscheidet die Behörde! — auf eine Vertretung im Reichsausschuß rechnen können. Hierbei gelten als Kriegsbeschädigte nicht nur diejenigen, deren Kriegsverletzung durch Festsetzung einer Rente anerkannt ist, sondern auch alle Kriegsteilnehmer, welche glauben, daß sie vielleicht noch später Ansprüche an die Reichsfürsorge stellen müßten. Die Gruppen bilden sich zweckmäßig in Anlehnung an den Akademischen Hilfsbund, Fürsorge für kriegsbeschädigte Akademiker, dessen Ortsgruppe Hannover bereits eine Organisation dieser Art geschaffen hat und durch ihre Geschäftsstelle (Technische Hochschule) Meldungen zum Beitritt entgegennimmt. Der Jahresbeitrag beträgt 1 M. Alle Kriegsteilnehmer werden in ihrem eigenen Interesse dringend ersucht, sich anzuschließen. — Die Satzungen des Bundes bildender Künstler, dem unser Verein als Mitglied beigetreten ist, werden trotz erheblicher Bedenken in manchen Punkten im ganzen gebilligt, weil Aenderungen derselben jederzeit stattfinden könnten. — Auf Anregung des Herrn Wolf wird der Vorsitzende ermächtigt, mit dem Bund deutscher Architekten in zunächst unverbindlichen Meinungsaustausch einzutreten behufs Annäherung an unseren Verein und wenn möglich Beseitigung der bedauerlichen Spaltung nach dem Vorgang gleicher Art im Architektenverein Berlin. — Der Einladung der Handelskammer zur Veranstaltung einer Massenkundgebung am 3. April cr. im Kuppelsaal der Stadthalle gegen die Annexionsgelüste Frankreichs auf das Saargebiet soll in weitem Umfange Folge gegeben werden. — Die Aussprache über den Vortrag des Herrn Nußbaum (23. Okt. 1918) „Sparsame Bauweise" muß ausgesetzt werden, weil für die Erledigung dieses hochwichtigen Themas die Zeit schon zu weit vorgeschritten ist. Schluß der Sitzung 10½ Uhr.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1919. Heft 3.

(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

WIESBADEN.
C. W. KREIDELS VERLAG.
1919.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 3.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Die Aufgaben der technischen Berufe in der Gegenwart.

Von Prof. Dr.-Ing. Blum (Hannover).

Auszug aus dessen Vortrag im Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine zu Hannover.

Vorbemerkung. Da der Vortragende zwar über teilweise politische Fragen, aber vor einer sehr urteilsfähigen Zuhörerschaft sprach, so brauchte er sich nicht die Reserve aufzuerlegen, die in der folgenden Niederschrift beobachtet werden muß. Insbesondere durfte er bei der Erörterung der Fragen der Landesverteidigung eine Kritik an dem militaristischen System, das zur Verlängerung und zum Verlust des Krieges geführt hat, üben, die vor einer breiteren Oeffentlichkeit, also auch in der Drucklegung, gemildert werden muß; denn einerseits kann es nicht Aufgabe der Feldzugteilnehmer sein, die Heeresleitung in der Oeffentlichkeit herabzusetzen, andrerseits ist es aber Pflicht eines jeden Fachmannes, in seinem Berufskreise die Schäden des Militarismus aufzudecken, denn nur durch Kritik können sie abgestellt werden. Es ist auch nicht Aufgabe der Reserveoffiziere, ihre aktiven Kameraden anzugreifen, so sehr sie auch im Kriege als Fachleute darunter gelitten haben und so sehr das Vaterland dadurch geschädigt worden ist, daß so viele aktive Offiziere aus der Front herausgerissen wurden, um in technischen und wirtschaftlichen Betrieben eine manchmal recht bedenkliche Rolle zu spielen; denn hier trifft nicht den einzelnen Offizier, sondern das System die Schuld.

Landesverteidigung.

Wir können jetzt häufig in der Tagespresse, in militärischen Schriften und in Reden die Behauptung finden, daß die Schuld an dem entsetzlichen Ausgang des Krieges nicht im militärischen Zusammenbruch, sondern in anderen Umständen begründet sei. Soweit hierin eine Ehrenrettung für die Kampftruppen liegt, ist ihr voll und ganz beizupflichten und den hämischen Bemerkungen entgegenzutreten, die von so manchem „Drückeberger" gegen die Verteidiger der heimischen Erde nunmehr vorgebracht werden, nachdem man sicher ist, daß das eigene kostbare Ich für den Schützengraben nicht mehr in Betracht kommt. Soweit aber damit eine Entschuldigung für die Heeresleitung und die militärische Organisation beabsichtigt ist, muß man ihr widersprechen. Insbesondere müssen die technischen Berufsstände es zurückweisen, daß man der „Technik und Wirtschaft" den Vorwurf des Versagens macht. Für die, die den Militarismus weißwaschen wollen, gibt es natürlich nichts Bequemeres, als die Schuld auf Gebiete abzuwälzen, die so undurchsichtig sind, daß die Allgemeinheit infolge ihres geringen Verständnisses unrichtige Behauptungen nicht zu erkennen vermag. Den falschen, die Technik verunglimpfenden Behauptungen gegenüber ist vielmehr festzustellen:

Die Technik würde weit mehr geleistet haben, wenn ihr der Militarismus nicht mit Ueberorganisationen, Dilettantismus, ungenügender Entschlußkraft in den Arm gefallen wäre und ihre Schaffenskraft gelähmt hätte. Die Technik kann nicht behaupten, daß sie den Krieg gewonnen haben würde, denn dazu waren die Hilfsmittel (Stoffe und Kräfte) der Heimat wahrscheinlich nicht ausreichend, zumal einem Gegner gegenüber, dem die ganze Welt zur Verfügung stand; die Technik würde aber auf den rechtzeitigen Schluß gedrängt haben, wenn sie gehört worden wäre. Die Technik würde auch nicht leichtfertig den Bruch mit dem technisch und wirtschaftlich so kraftvollen Amerika herbeigeführt haben. Die Technik würde auch manche taktischen Fragen, besonders auf dem Gebiet des Verkehrs- und Befestigungswesens besser gelöst haben. Und die Technik würde nicht die Verschwendung getrieben haben, deren man sich mit Stoffen, Kräften und Menschen schuldig gemacht hat*).

Doch wir wollen nicht anklagen, sondern Lehren ziehen, und die Hauptsache ist die, daß in allem, was Technik, Verkehr und Wirtschaft heißt, kein Militarismus, d. h. kein militärischer Dilettantismus hätte herrschen dürfen. Insbesondere hätten die Befugnisse des Generalstabs geringer sein müssen und die Zahl und Stärke der sog. technischen Truppen wesentlich kleiner sein können.

Der Generalstab hätte in allen technischen, wirtschaftlichen und Verkehrsfragen nur Wünsche ausarbeiten und

*) Vgl. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1919, S. 224.

deren relative Wichtigkeit abstufen dürfen. Jegliche **Ausführung** hätte aber einschließlich aller **Verantwortung** für die Ausführung bei den **Fachleuten** ruhen müssen; denn ein Generalstab kann in technischen Dingen nicht ersprießlich arbeiten, noch viel weniger eine Verantwortung tragen.

Der Vortragende beleuchtete zunächst an einem einfachen, klar durchsichtigen Beispiel, wie man technische Fragen im Frieden vorbereiten, im Krieg hätte lösen müssen:

Bei jeder Armee gab es eine „**Baudirektion**", für die (in einer reichlich verschwommenen Organisation) beim Ausrücken in der Hauptsache nur ein Stab vorhanden war, an dessen Spitze ein im wichtigsten Dienstzweig, nämlich im Straßenbau, **nicht** ausgebildeter Stabsoffizier stand. Später wuchsen sich die Baudirektionen entsprechend ihren umfangreichen Aufgaben zu großen Formationen aus, in die teilweise auch Fachleute (Regierungsbaumeister als Gefreite!) übernommen wurden, aber zu einer planmäßigen Ausgestaltung ist es nicht gekommen.

Wie einfach und mit wie geringen Kosten hätte man die Baudirektionen aufstellen und zu welchen Leistungen hätte man sie befähigen können, wenn man diese technische Aufgabe technisch statt militaristisch aufgefaßt hätte! Wir haben im Frieden Behörden, die fast genau dieselben Aufgaben zu leisten haben wie die Baudirektionen im Krieg, nämlich die **Straßenbauverwaltungen** der Provinzialselbstverwaltungen (und außerdem die der großen Städte). In ihnen findet sich an technischen Beamten aller Abstufungen, an jeglichem Gerät, an technischen und wirtschaftlichen Erfahrungen, an Kenntnissen über die Eigenarten und Leistungsfähigkeiten der Unternehmer und über vorhandene Materialien und Geräte usw. alles, was irgendwie im Krieg hätte vonnöten sein können. Warum konnte man nicht einfach bestimmen: Der Landesbaurat X der Provinz Y ist „Baudirektor der xten Armee", und zwar im Frieden **nebenamtlich**, im Krieg **hauptamtlich**. Er hat im Frieden alles vorzubereiten, was im Krieg notwendig sein kann. Er erhält zu diesem Zweck einen (sehr kleinen) Stab für die laufenden Bureauarbeiten, die fast nur im Führen von Listen bestehen, und stellt aus seinen Untergebenen (Baumeistern, Technikern, Landmessern, Straßenmeistern, Maschinisten, Arbeitern), seinem Gerät (Walzen, Lokomobilen, Werkzeugen) und den für ihn arbeitenden Unternehmerfirmen die notwendigen Kriegsformationen (einschließlich der Geräteparks) auf, für die ihm das Bezirkskommando nur die rein militärischen Ausrüstungsstücke (Uniformen, Feldküchen, Pferde u. dgl.) zu liefern hat. Seine Straßenbaukompagnien werden von seinen Baumeistern und Ingenieuren geführt; jeder Fachmann erhält die Stelle und einen entsprechenden militärischen Rang als Offizier oder Unteroffizier, die seinen Leistungen entsprechen. Der Baudirektor rückt mit seinem Stab, in dem alle notwendigen Berufe vertreten sein müssen, und mit zunächst einem Teil der Formationen ins Feld und ruft, sobald die Arbeiten umfangreicher werden, weitere Formationen und Unternehmer mit Großgerät ab. Um seinen Anforderungen jederzeit schnell und zuverlässig entsprechen zu können, wird in der Heimat ein „immobiler Baudirektor" mit Stab eingesetzt, der von dem „mobilen" ständig unterrichtet gehalten wird. So wird der Armee alles gesichert, was überhaupt auf den entsprechenden Gebieten von einer ganzen Provinz an technischer Intelligenz, an Stoffen und Kräften aufgebracht werden kann, und zwar alles schnell und gut und so zweckentsprechend und billig, wie dies überhaupt erreichbar ist, und alles (fast ganz) ohne Kosten während der Friedenszeit.

Nach denselben Grundsätzen, aber dem größeren Umfang entsprechend vielgestaltiger, hätte das **Eisenbahnwesen** eingerichtet werden müssen. Im Krieg waren im Kampfgebiet im Eisenbahnwesen vier Instanzen tätig: der Generalstab (Feldeisenbahnchef) als Leitender, die Eisenbahntruppen als Bauende und teilweise Betriebführende, die von der Heimat gestellten Eisenbahnbeamten als Verkehr- und Betriebführende und teilweise als Bauende und die heimischen Eisenbahnbehörden als Versorgende. Die Hauptaufgaben haben die **Eisenbahnbeamten** und die Angehörigen der Eisenbahntruppen geleistet; die Ehren hat der Generalstab geerntet, von dem allerdings einzelne Vertreter sehr Tüchtiges geleistet haben. Die Organisation war von Anfang an nicht gut, weil der Fachmann hinter dem aktiven Offizier zurückgesetzt wurde, sie wurde im Krieg weiter ausgebaut, aber nicht verbessert, und sie artete schließlich zu einer Ueberorganisation aus, auf die so manche Schuld am Ausgang des Krieges und dem heutigen Eisenbahnelend fällt.

Und wie einfach, klar, billig, leistungsfähig und reibungslos hätte die Organisation des Eisenbahnwesens sein können! Nachstehend sei in gröbsten Zügen umrissen, wie man es hätte machen müssen:

Alles, was „Eisenbahnwesen" heißt, also Bau, Betrieb, Verkehr, Verwaltung jeglicher Schienenwege bis herunter zu den Feldbahnen, hätte im Frieden und Krieg unter **Fachleuten** einheitlich zusammengefaßt werden müssen, und zwar im Frieden größtenteils **nebenamtlich**.

Die beiden großen **militärischen Organisationen**, nämlich die Eisenbahnabteilung des Generalstabs mit den unterstellten Kommandobehörden (Linienkommandanturen) und die Inspektion der Eisenbahntruppen mit den unterstellten Behörden und Truppenteilen (Eisenbahntruppen) hätten erheblich eingeschränkt werden können. Die „**Eisenbahnabteilung**", die mit einem großen Aufwand von aktiven Offizieren, also fachmännisch nicht geschulten Männern, betriebstechnische Einzelheiten bis ins kleinste ausarbeitete, konnte auf eine kleine Gruppe einer anderen Generalstabs-Abteilung beschränkt werden, wenn sie nur die militärischen Fragen bearbeitete, d. h. wenn sie lediglich die Forderungen bzw. Wünsche des Generalstabs gegenüber den Eisenbahnen aufzustellen und, wie oben gesagt, deren relative Wichtigkeit abzustufen hatte. Die Linienkommandanturen waren überhaupt entbehrlich, da ihre Arbeiten von dem Betriebsdezernenten — „Bahnbevollmächtigten" —, der die Mobilmachungssachen usw. in der Eisenbahndirektion bearbeitet, miterledigt werden konnten.

Die **Eisenbahntruppen**, die wohl die teuerste aller Waffengattungen darstellen, konnten auf zwei Bataillone beschränkt werden, die in den besonderen eigenartigen Aufgaben des Krieges (Sprengen, Brückenbau, behelfsmäßigen Bahnhofeinrichtungen, Feldbahnbau und -betrieb) auszubilden waren. Versuchsabteilungen, kostspielige Versuche, große Uebungen usw. konnten erspart werden. Statt dessen hätte man eine „Eisenbahner-Miliz" (im edelsten Sinne dieses oft verächtlich gebrauchten Wortes) aufstellen müssen, die ausschließlich aus Fachleuten bestand, die fast nichts gekostet haben würde, die aber die Gewähr geboten hätte, daß in dieser Truppe stets die höchste technische Intelligenz jeglicher Fachrichtung, stets die neuesten Erfahrungen, stets die besten Werkzeuge und Geräte und stets Männer vorhanden waren, die große schwierige Aufgaben jeglicher Art unter Verantwortung bewältigt hatten, — alles Dinge, die eine „technische Truppe" niemals leisten kann.

Man hätte z. B. folgenden Organisationsrahmen schaffen können:

Im Reichseisenbahnamt als der gegebenen Zentralstelle wird eine besondere „militärische Abteilung" eingerichtet. An ihrer Spitze steht hauptamtlich ein Fachmann, z. B. ein früherer Eisenbahnpräsident oder Oberbaurat, der im Frieden und Krieg „**Feldeisenbahnchef**" ist. Im Frieden steht er **neben** dem Generalstab, arbeitet aber aufs engste mit ihm zusammen, im Krieg ist er (mit dem Rang eines kommandierenden Generals) dem Chef des

Generalstabs des Feldheeres, aber auch nur diesem, unterstellt. Er hat im Frieden einen kleinen Stab hauptamtlich tätiger Fachleute, der durch nebenamtlich tätige Herren verstärkt wird und alle für das Eisenbahnwesen wichtigen Berufe in sich vereinigt. Er hat auch eine besondere Binnenschiffahrtabteilung, da sich der Verkehr auf Binnenwasserstraßen von dem auf den Eisenbahnen im Kampfgebiet nicht trennen läßt.

Der Feldeisenbahnchef ist allein verantwortlich für alle das Eisenbahnwesen betreffenden Fragen der Landesverteidigung und im Krieg und Frieden oberster Waffenvorgesetzter aller Eisenbahnformationen.

Ihm stehen alle Eisenbahnbehörden als nachgeordnete Instanzen und alle Angestellten der Eisenbahnen und Kleinbahnen als Angehörige der „Eisenbahnmiliz" zur Verfügung. Ausgenommen werden aber die städtischen Bahnen (Straßen-, Ueberlandstraßen-, Stadt- und Städtebahnen), denn deren Angestellte stehen dem Eisenbahnwesen zu fern, da sie (fast) nur mit (einfachem) Personenverkehr, nicht aber mit dem schwierigeren und für die Landesverteidigung wichtigeren Güterverkehr zu tun haben, und ihre wichtigsten Fachleute werden für die „Starkstromformationen" gebraucht, da sie auf elektrischem Gebiet besonders ausgebildet sind. Die Angehörigen der Eisen- und Kleinbahnen reichen außerdem für die Eisenbahnformationen aus, da diese nicht ausschließlich aus Fachleuten zu bestehen brauchen, sondern aus ungelernten Arbeitern und aus besonderen Facharbeitern der für das Verkehrswesen arbeitenden Unternehmer ergänzt werden können. — Man muß sich nämlich davor hüten, den „technischen Formationen" zuviel wertvolle Facharbeiter zuzuweisen, denn auch die Kampftruppen bedürfen dieser dringend.

Die „Eisenbahner" dienen aktiv nicht bei einer besonderen Eisenbahnformation, sondern bei einer beliebigen (Kampf-) Truppe. Insbesondere muß bei den (Reserve-) Offizieren Wert darauf gelegt werden, daß sie bei einer Kampftruppe dienen und üben, denn sie müssen die taktischen Fragen in gewissem Umfang beherrschen, und das lernen sie nur bei der Kampftruppe; bei einer „technischen Truppe" aber würden sie weder Taktik noch Technik lernen, sondern „Amphibien" werden, die auf beiden Gebieten Halbbildung verraten würden.

Der Feldeisenbahnchef hält mobilmachungsgemäß eine Reihe von „mobilen Eisenbahndirektionen" bereit, die zur Uebernahme des Betriebes im Kampfgebiet bestimmt sind. Sie sind in ihrer Zusammensetzung den (Friedens-) Eisenbahndirektionen möglichst ähnlich zu halten, würden aber zwei Abweichungen aufweisen: sie würden einfacher sein, da eine Reihe von Dezernaten entbehrt werden kann und sie würden die zusammengehörigen Dezernatgruppen in Abteilungen unter einem Abteilungschef zusammenfassen müssen, weil im Krieg eine gesamtverantwortliche Persönlichkeit nicht entbehrt werden kann. Die mobile Eisenbahndirektion wäre einem Kommandeur (Präsident oder Oberrat) — mit dem Rang eines Divisionskommandeurs — zu unterstellen. Gegenüber den Militär-Eisenbahndirektionen, wie sie im Weltkrieg bestanden haben, könnten die Stäbe a, b und d und die Abteilung I fortfallen, dagegen müßten Stab f (administrativer Dezernent) und Abteilung V (Verkehr) ausgebaut werden. Der mobilen Eisenbahndirektion wäre ein Generalstabsoffizier als Berater — aber ohne Befehlsgewalt! — zuzuweisen.

Der Direktion werden alle Angelegenheiten des Eisenbahnwesens einschließlich der Schmalspurbahnen (Feldbahnen) und der Binnenwasserstraßen ihres geographischen Bereichs unterstellt. Neben der Direktion gibt es keine andere Eisenbahn-Kommandostelle; sie ist allein maßgebend und allein verantwortlich; alles ist ihr unterstellt. Die Direktion erhält ihre Befehle ausschließlich vom Feldeisenbahnchef; keine militärische Stelle hat ihr oder ihren unterstellten Behörden und Formationen etwas zu befehlen; auch das beliebte Inanspruchnehmen der Dienstgewalt oder des Gehorsamszwangs durch rangältere Offiziere ist restlos auszumerzen.

Die Direktion führt den Dienst (Verkehr, Betrieb, Unterhaltung, Wiederherstellung, Neubau, Zerstörungen, Truppenfürsorge, Polizei, Bahnschutz, Panzerzüge, Eisenbahngeschütze) mittels ihrer Betriebs-, Verkehrs-, Maschinen- und Werkstättenämter, der Bauabteilungen und Sonderformationen und für die Schmalspurbahnen der Feldbahn-Betriebsabteilungen (u. U. nebst Seilbahnabteilungen). Sie entsendet zu den Armee-Oberkommandos dauernd, zu den Generalkommandos usw. nach eigenem Ermessen dauernd oder zeitweise Fachleute als „Eisenbahn-Beauftragte" („Bba", Verbindungsoffiziere), die ihr aber unterstellt bleiben und die genannten militärischen Stellen zu beraten haben.

Die der Direktion unterstellten Aemter usw. unterstehen für den engeren Dienstbereich der betreffenden Abteilung der Direktion (die Betriebsämter z. B. der Betriebsabteilung, also dem „Betriebschef"); die Unterteilung der Aemter (in Bahn- und Werkmeistereien, Stationen usw.) erfolgt nach den heimischen Grundsätzen. Besondere Bahnhofkommandanturen gibt es nicht, ihr Dienst wird vom Bahnhofvorsteher mit wahrgenommen, dem einiges Unterpersonal hierfür beizugeben ist. Der Bahnhofvorsteher ist stets Offizier, denn jeder Eisenbahnangestellte erhält, ohne Rücksicht auf seine bisherige militärische Laufbahn, den militärischen Rang, der seiner Stellung im Eisenbahnwesen entspricht, er erhält damit die daraus sich ergebenden Rechte, hat aber nicht die Gehorsamspflicht gegenüber den „im Dienstrang höheren" Offizieren anderer Truppen.

Für die Vorbereitung der Landesverteidigung im Frieden sind unter dem Feldeisenbahnchef die Eisenbahndirektionen die den Korpsbezirken (Generalkommandos) entsprechenden Kommandobehörden. In ihnen wird jegliche Tätigkeit, abgesehen von einem gewissen Stamm Bureauangestellten, nebenamtlich geleistet. In jeder Eisenbahndirektion ist ein Oberrat „Kommandeur des militärischen Eisenbahnwesens". Unter ihm bearbeiten:

- ein Betriebsdezernent: die allgemeinen militärischen Angelegenheiten, besonders die Mobilmachungssachen; er ist gleichzeitig „Linienkommandant",
- ein Betriebsdezernent: die Aufstellung der „mobilen Betriebsämter" mit ihren Unterstellen (mobilen Stationen, Bahnmeistereien usw.),
- ein Verkehrsdezernent: desgl. der „mobilen Verkehrsämter",
- ein Maschinendezernent: desgl. der „mobilen Maschinenämter",
- ein weiterer Maschinendezernent: desgl. der „mobilen Werkstättenämter" nebst den „mobilen Maschinenparks", den „fahrbaren Werkstätten", den „fahrbaren Betriebswerkmeistereien", den „fahrbaren Wasserstationen" u. dgl.,
- ein dritter Maschinendezernent, der Artillerieoffizier sein muß: die Panzerzüge, Eisenbahngeschütze usw.,
- ein Baudezernent (als „Kommandeur der Eisenbahntruppen"): die Aufstellung der mobilen Eisenbahn-Bauabteilung mit Unterformationen (Baukompagnien, „Sonderkommandos", Parks u. dgl.),
- ein Bau- oder Maschinendezernent oder ein Kleinbahndirektor: desgl. der Feldbahn-Betriebsabteilung.

Genauer hierauf einzugehen, ist nicht notwendig, nur zu den letzten beiden Punkten sei noch bemerkt:

Die wichtigsten Bauformationen sind die Baukompagnien. Sie sind stärker zu machen, als sie im Krieg waren; ihre Ausrüstung ist zu vereinfachen, statt dessen ist die Bauabteilung mit größerem Gerät und Lastkraftwagen auszustatten; das Großgerät gehört aber in die „Sonderkommandos". Zu Führern der Baukompagnien

sind Regierungsbaumeister oder Diplom-Ingenieure zu bestimmen, im Offizierkorps müssen alle für das Eisenbahnwesen wichtigen technischen Berufe vertreten sein, in der Kompagnie entsprechend alle Handwerkszweige. An „Sonderkommandos" sind solche für Brückenbau, Tunnelwiederherstellungen, große Erdarbeiten und Grundbau vorzusehen, und zwar sind diese von den Unternehmerfirmen der entsprechenden Fachrichtung aus den eigenen Angestellten aufzustellen und mit dem eigenen, jedem Mann also vertrauten Gerät auszurüsten*).

Die Feldbahn-Betriebsabteilung wird aus den im Bereich der Direktion liegenden Schmalspurbahnen aufgestellt. Sie wird so zusammengestellt und ausgerüstet, daß sie den gesamten Verkehr und Betrieb auf den in Besitz genommenen oder neuerbauten Schmalspurbahnen (Feldbahnen) führen und kleinere Erweiterungen ausführen kann.

Alle Formationen stehen im Frieden nur „auf dem Papier". Es wird also „kartothekmäßig" gearbeitet. Die Ausrüstung kann größtenteils den laufenden Beständen der Eisenbahnbehörden entnommen werden. Uebungen sind nicht notwendig, denn alle Führer stehen ja dauernd im praktischen Leben und haben ständig wirkliche Aufgaben zu lösen, so daß besondere „Uebungsaufgaben" entbehrlich sind. Alle Führer müßten dagegen eine Ausbildung in der „Verkehrstechnik im Krieg" erhalten und gelegentlich zu Fortbildungskursen kommandiert werden.

Vereinheitlichung.

Vieles in der Technik Deutschlands krankt daran, daß wir auf die Vereinheitlichung, d. h. eine gesunde Normalisierung und Typisierung, bisher zuwenig Gewicht gelegt haben. Auch auf diesem Gebiet hat der Krieg manche Schäden bloßgelegt, z. B. im Kraftfahrwesen, bei den Kleinbahnen, den Flugzeugen.

Die größere Vereinheitlichung würde folgende Vorteile bieten:

1. billigere Herstellung durch weitgehende Typisierung und daraus zu entwickelnder Arbeitsteilung,
2. billigere und schnellere Ausbesserung, weil die Ersatzteile um so eher vorrätig gehalten bzw. um so schneller beschafft werden können, je weniger Typen es gibt,
3. billigere und einfachere Vorratwirtschaft aus dem nämlichen Grunde,
4. Erhöhung der Wettbewerbfähigkeit unserer Industrie im Ausland, da dies die deutschen Typen sicher gern kaufen wird, wenn sie infolge der Normalisierung besonders sorgfältig durchkonstruiert und infolge der Arbeitsteilung billig hergestellt werden, und wenn für die jederzeitige und schnelle Lieferung von Ersatzstücken Sicherheit gewährt werden kann.

Je mehr vereinheitlicht wird, desto eher können alle Fabriken auch über die Zeiten sinkender Konjunktur hinwegkommen, da sie dann auf Vorrat arbeiten können.

*) Wenn es sich z. B. um die Wiederherstellung einer großen Brücke handelt, so ist diese Arbeit nicht einer Anzahl von Baukompagnien zu übertragen, sondern es ist in folgender Weise zu verfahren: Der Chef der Bauabteilung der mobilen Eisenbahndirektion (also der „Kommandeur der Eisenbahntruppen") ist dafür verantwortlich, daß er die Brücke erkundet, sobald sie von der Vorhut erreicht wird. Er hat dann gemäß Zerstörungsbefund sofort seinen Entschluß zu fassen, wie er sie wiederherstellen will, und danach entsprechende Sonderkommandos heranzuziehen; bis zu deren Eintreffen, das bei planmäßigem Handeln und richtigem Gebrauch von Kraftwagen nur ganz kurze Zeit erfordern kann, wird er u. U. verfügbare und schnell heranziehbare Baukompagnien mit den notwendigen Vorbereitungsarbeiten beauftragen. Im übrigen aber braucht eine Baukompagnie nur Brücken aus einfacheren Rammjochen mit Walzträgern bauen zu können; der Bau von weittragenden „vorbereiteten Kriegsbrücken" ist Sache der Brückenbau-Kommandos.

Selbstverständlich kann nur eine „vernünftige" Normalisierung empfohlen werden; man darf die „Amerikanisierung" natürlich nicht zu weit treiben. Dem Fortschritt, dem privaten Unternehmungsgeist darf nicht in den Arm gefallen werden.

Es ist das hohe Verdienst des Vereins deutscher Ingenieure, daß er sich dieser Frage mit großem Eifer annimmt, und jeder Angehörige eines technischen Berufes sollte es sich angelegen sein lassen, den Verein bei dieser Arbeit zu unterstützen.

Ein Gebiet, auf dem wir bezüglich der Vereinheitlichung z. B. noch sehr rückständig sind, ist das der Schmalspurbahnen. Hier sind wir, weil das Deutsche Reich es versäumt hatte, sie in seine Gesetzgebung und Beaufsichtigung einzubeziehen, zu einer Buntscheckigkeit gekommen, die im Frieden bedauerlich und kostspielig, im Krieg geradezu verhängnisvoll gewesen ist. Durch Ueberlassung der Kleinbahnen an die Gesetzgebung der Bundesstaaten ist vor allem ein Chaos der Spurweiten entstanden. Hier müßte das neue Deutsche Reich eingreifen, und es ist dringend zu fordern, daß künftig im ganzen deutschen Vaterland nur noch zwei Schmalspurweiten für neue Kleinbahnnetze zulässig sind, nämlich die von 750 ^{mm} und die von 1000 ^{mm}, daß dagegen die im Frieden und Krieg als verfehlt erkannte Spur von 600 ^{mm} für neue Kleinbahnnetze (nicht für Förderbahnen) verboten wird. Aber auch in vielen anderen Dingen bietet das Kleinbahnwesen noch ein reiches Feld für „Normalisierungsausschüsse", da in Gleis und Weichen, Wagen und Lokomotiven, Ganzkonstruktionen und Einzelteilen fast jedes Netz seine eigenen Bauarten hat (und seine eigenen konstruktiven Liebhabereien treibt), während möglichste Einheitlichkeit im Interesse billigen Baues und einfacher und billiger Instandhaltung, außerdem aber zur gegenseitigen Aushilfe bei Verkehrsandrang (z. B. zur Rübenernte) dringend geboten ist.

Die Vereinheitlichung darf sich aber nicht nur auf technische Einzelteile erstrecken. Der Ingenieur muß sich auch dafür einsetzen, daß auf allen technischen und wirtschaftlichen Gebieten die im deutsch-völkischen Belangen notwendige Einheit durch das ganze neue Vaterland hindurch erzielt wird. Es ist hier z. B. auf das Verkehrswesen zu verweisen, das einer kraftvolleren Zusammenfassung unter der Reichsgewalt bedarf. Dem Reich muß die Gesetzgebung und Aufsicht über das gesamte Verkehrswesen übertragen werden, und es muß das Recht erhalten, die wichtigen, dem durchgehenden Verkehr dienenden Verkehrsanstalten (besonders die Vollbahnen und die großen Binnenwasserstraßen) in eigenen Betrieb zu nehmen oder einer einheitlich arbeitenden Betriebsorganisation zu übertragen. Aber auch hier darf nicht übertrieben werden; gesunde Einheitlichkeit darf nicht mit ungesunder Zentralisierung verwechselt werden. Die Hoheit des Reiches muß für jedes Verkehrsmittel auf die Fragen beschränkt bleiben, für die eine einheitliche Regelung durch das ganze Deutsche Reich hindurch notwendig ist; alle anderen Fragen sind der Pflege durch die kleineren Glieder (Bundesstaaten, Provinzen, Kreise, Städte) zu überlassen, damit deren Tatendrang, Schaffensfreude und Gefühl der Selbstverantwortung nicht gehemmt wird. Um hier das Richtige zu treffen, ist die Mitarbeit der technischen Berufe dringend erforderlich, zunächst bei der Abfassung der betreffenden Artikel der neuen Reichsverfassung, dann bei der Beratung der Landesverfassungen, dann bei der Ausarbeitung der einzelnen Verordnungen und Organisationen. Der Ingenieur muß hier mitarbeiten, der beamtete und der im Privatdienst befindliche, denn er ist für viele Fragen der allein zuständige Fachmann, und wenn hier jetzt Fehler gemacht werden, werden der Ingenieur und die technischen Unternehmungen sie am schlimmsten zu empfinden haben.

Der Ingenieur hat auch in dieser schweren Zeit des Vaterlandes die heilige Pflicht, allen ungesunden Losreißungs- und Trennungsbestrebungen entgegenzutreten. Der Nur-Politiker mag sich hier von „völkischen" oder „geschichtlichen" Rücksichten leiten lassen, er mag von Unrecht reden, das wieder gutgemacht werden muß, der Techniker muß, getragen von seinen wirtschaftlichen, technischen und verkehrspolitischen Kenntnissen den Dingen kühler entgegentreten, er muß die reale Welt der wirtschaftlichen Tatsachen ins Auge fassen und muß jeder Bestrebung entgegenarbeiten, die — vielleicht rein gefühlsmäßig sehr edel — darauf ausgeht, wirtschaftliche und Verkehrszusammenhänge, die ohne schwerste Schädigungen nicht getrennt werden können, auseinanderzureißen. In unseren wirtschaftlich und technisch so hochentwickelten und darum so verwickelten Verhältnissen ist es Pflicht der Männer der Technik und Wirtschaft, sich um die Politik zu bekümmern und durch ihre Kenntnisse die Allgemeinheit vor Schaden zu bewahren, der gar zu leicht von „Politikern" angerichtet werden kann, die nicht über die erforderlichen Kenntnisse verfügen.

Die Schule

Wer die Schule hat, hat die Zukunft. Bisher haben sich die Angehörigen der technischen Stände um Schulfragen meist nur insoweit gekümmert, als es sich um das technische Schulwesen handelte, auf die allgemeine Schule, die Volks- und Mittelschule (Gymnasium usw.) wurde aber nur verhältnismäßig selten und kurz eingegangen. Einen Einfluß auf ihre Gestaltung und Weiterbildung hat der Ingenieur jedenfalls nicht ausgeübt.

Das muß anders werden. Der Ingenieur muß als Vertreter weitverzweigter Berufe fordern und durchsetzen, daß die Einseitigkeit, die im Schulwesen zugunsten einiger weniger Berufe herrscht, verschwindet und durch eine wirkliche Allgemeinbildung ersetzt wird. Bei der Erörterung genügt es, wenn wir das Gymnasium betrachten, denn die Rückschlüsse auf das Realgymnasium und die Oberrealschule ergeben sich daraus von selbst, desgleichen auf die Volksschule. Auch das, was im technischen Unterrichtswesen noch verbesserungsbedürftig ist, folgt größtenteils aus den Sünden des Gymnasiums; denn infolge dieser Sünden müssen die technischen Hochschulen ihre Zeit mit Dingen vergeuden, die jeder Abiturient beherrschen müßte, und haben daher für dringend wichtige Fächer, vor allem Rechts- und Verwaltungskunde, Volkswirtschaftslehre, Sozialpolitik und für die Vertiefung in den technischen Sondergebieten nicht genügend Zeit.

Bei Vorschlägen zur Reform des sog. „humanistischen Gymnasiums" muß von folgenden Grundsätzen ausgegangen werden:

1. Kein Beruf darf verlangen, daß auf ihn besondere Rücksicht genommen wird. Also dürfen auch die Techniker (einschl. der naturwissenschaftlich gerichteten anderen Berufe) nicht verlangen, daß die für sie besonders wichtigen Gebiete (anschauliches Denken, Zeichnen, Naturwissenschaften, Mathematik, Wirtschaftslehre) mehr getrieben werden, als für alle höher Gebildeten und zur Vorbildung für alle höheren Berufe notwendig ist. Man darf also nicht in den Fehler der Altphilologen verfallen, die den Charakter des angeblich „humanistischen" Gymnasiums als eine Vorschule für das Studium der alten Sprachen mit Zähigkeit verteidigen.

2. Alle, d. h. das ganze deutsche Volk, müssen dagegen fordern, daß das Gymnasium eine wahrhaft „humanistische" Erziehungsanstalt werde, die ihren Schülern eine von Einseitigkeit freie, harmonisch abgeschlossene Bildung gewährleistet und sie zu Jünglingen erzieht, die dann auf Grund ihrer Sonderausbildung zu schaffenskräftigen, das deutsche Vaterland bejahenden, sich mit dem ganzen deutschen Volk eins wissenden Männern werden können.

3. Der ganze Aufbau des Gymnasiums muß harmonisch aus dem der Einheitsschule herauswachsen und muß alles fördern, was am „Aufstieg der Begabten" gut ist.

Dies kann meiner Ansicht nach nur erreicht werden, wenn die eigentliche gymnasiale Ausbildung erst mit dem zwölften Lebensjahr, d. h. der bisherigen Untertertia, beginnt; denn die Auswahl der Begabten nur in dem neunten Lebensjahr vornehmen zu wollen, ohne eine spätere Nachprüfung offenzuhalten, würde zu großen Härten und Ungerechtigkeiten gegen die Schule, die Kinder und die Eltern führen. Ob man nun die drei unteren Gymnasialklassen aufhebt, d. h. in die Volksschule oder eine „Bürgerschule" aufgehen läßt, ob man sie beibehält, die Stundenpläne und das Unterrichtziel können keinenfalls erheblich voneinander abweichen. Der Sprachunterricht kann also erst in Untertertia beginnen. Das ist ein äußerst wichtiger Punkt, an dem die Verteidiger des alten Gymnasiums immer vorbeihuschen oder vorbeireden.

Ferner muß darauf Rücksicht genommen werden, daß ein großer Teil der Schüler — sei es aus mangelnder Begabung, ungenügender wirtschaftlicher Kraft der Eltern, Neigung zu einem bestimmten Beruf — das Gymnasium am Schluß der Untersekunda verläßt. Diese „Einjährigen", die „nur den Berechtigungsschein ersitzen wollen", wurden früher von manchen Lehrern hochmütig als „Ballast" abgetan. Nun ist der „Einjährigenschein" gegenstandslos geworden, aber die Gymnasiasten, die mit Untersekunda abgehen wollen oder müssen, sind darum nicht verschwunden, denn es gibt viele Berufe, die mit der Volksschulbildung nicht auskommen, für die aber das Abiturientenexamen eine Kraft- und Zeitverschwendung bedeutet.

Die Angehörigen dieser Berufe (Kaufleute, mittlere Beamte und das Heer der mittleren Techniker) haben aber dasselbe Recht auf eine harmonisch abgeschlossene Bildung wie die der Zahl nach erheblich geringeren Abiturienten. Sie sind also kein „Ballast", und jedem Schulgewaltigen, der seinen einseitigen hochnäsigen Bildungsdünkel nicht abzulegen versteht, dem wird das deutsche Volk hoffentlich gründlich auf die Finger klopfen.

Wir kommen also bei der notwendigen Reform des Gymnasiums folgerichtig zu einem sechsjährigen Kursus (Untertertia bis Oberprima), der in zwei gleiche Teile („Mittelstufe" U III bis U II und „Oberstufe" O II bis O I) zu teilen ist*).

Welche Unterrichtsziele nun in dem neuen Gymnasium im einzelnen zu erreichen sind, kann hier nicht erörtert werden. Wir möchten nur folgendes hervorheben:

Im Sprachunterricht muß Griechisch als Pflichtfach fallen; es kann nur als Wahlfach für die Oberstufe beibehalten werden.

Also der „Todesstoß des humanistischen Gymnasiums"! — die „Unmöglichkeit der Erziehung zu edlen Menschen, da das Tor zur griechischen Kultur verschlossen wird"! — und wie die Schlagworte alle heißen. Darauf ist aber zu erwidern, daß zum Erfassen einer Kultur Kenntnisse fremder Sprachen nicht erforderlich sind, denn dies ist nicht einmal für die Dichter notwendig, um so weniger als wir jetzt meisterhafte Uebersetzungen haben, während Deutschlands größter Dichter schon mit den ihm zur Verfügung stehenden Uebersetzungen recht zufrieden war. Auch lese man einmal nach, was Deutschlands größter Grieche v. Wilamowitz-Moellendorff in dem Vorwort zu seiner Uebersetzung des „Agamemnon" über die Schwierigkeiten des Verstehens des griechischen Textes und die Stümperei des Gymnasiums sagt:

*) Wir behalten die üblichen Ausdrücke „Mittelstufe" und „Oberstufe" bei, wenn die „Unterstufe" (VI bis IV) auch fortfallen sollte.

... „Das Ergebnis (der wissenschaftlichen Erforschung) ist keineswegs schon Gemeingut auch nur der s. g. Philologen. ... Von ihrer philologischen Seite habe ich hier nicht zu reden, wohl aber von meinem Bestreben, die Ergebnisse meiner Wissenschaft in diesen Uebersetzungen vor das breite Publikum zu bringen. Es gibt einen Dünkel der Halbgelehrten, der dies Bestreben verwirft. Wozu übersetzen? sagen sie; wer die Dramen lesen will, der soll Griechisch lernen. Ja, wo denn? Wohl bei denen, die so reden, wohl auf den preußischen Schulen? Das Griechisch, das da gelernt und vielfach auch gelehrt wird, kenne ich — ich will hier nichts darüber sagen. Diese Halbheit, die weder die ganze Wissenschaft erfassen kann, noch die Hoffahrt des Bildungsphilisters fahren lassen mag, ist ganz wesentlich schuld daran, daß die Deutschen mit dem Klassizismus auch die Klassiker verwerfen. ... Ich wende mich gerade mit besonderem Zutrauen an die, welche sich den Wahn, Griechisch gelernt zu haben, nicht erst abzugewöhnen brauchen. ... Wenn jene Halben sich zutrauen, mit ihrem bißchen Griechisch die Dramen ohne weiteres zu verstehen: ich lebe seit mehr als 30 Jahren mit ihnen in vertrautem Verkehr, habe mehrere Male bis zur äußersten Erschöpfung um ihr Verständnis gerungen, und ich weiß doch, daß ich recht oft das Richtige verfehlt habe." ...

So urteilt Wilamowitz! Wahrlich, nicht eingeführt in die griechische Kultur werden wir durch den griechischen Sprachunterricht, sondern u. U. für das ganze Leben von ihr abgeschreckt. Fort mit dieser Stümperei, die durch das Benutzen von Eselsbrücken sogar zur Verlogenheit wird! Während eines Jahres zwei Stunden Kulturgeschichte der antiken Welt würden ein wahres, umfassendes Wissen und bei allen leidlich Empfänglichen eine tiefe Liebe erzeugen; aber die sechs Stunden durch sechs Jahre griechischen Sprachunterrichts bewirken nur das Gegenteil. Und die griechischen Dichter gehören (in Uebersetzungen) in den deutschen Unterricht.

Im übrigen kann im Sprachunterricht Lateinisch beschnitten werden. Von den lebenden Sprachen muß Englisch unbedingt gelehrt werden, Spanisch mindestens als Wahlfach, denn das lateinische Amerika ist das einzige große Gebiet, auf dem sich der Deutsche noch wird betätigen können. Dagegen ist das maßlos überschätzte Französisch als Pflichtfach zu beseitigen; vielleicht sogar nicht einmal als Wahlfach notwendig.

Die durch die Einschränkung des Sprachunterrichts gewonnene Zeit ist zunächst zu der dringend notwendigen besseren Pflege der Naturwissenschaften auszunutzen. Was dem Techniker früher schon allgemein unverständlich und schmerzlich war, die Unwissenheit der sog. Gebildeten in naturwissenschaftlichen Dingen, hat der Krieg nun auch einem größeren Kreis offenbar gemacht. Was hat er an Sünden des Gymnasiums aufgedeckt, und was haben uns diese Sünden geschadet! Dabei denken wir noch nicht einmal an „höhere" Kenntnisse aus dem Gebiet der Physik und Chemie oder gar der Geologie und Biologie, sondern einfach an die Grundtatsachen der drei Naturreiche. Hier muß eine Vermehrung der Unterrichtstunden, eine Erhöhung der Unterrichtziele und die Aufnahme neuer Lehrgebiete (Geologie, Biologie) durchgesetzt werden; auf der Oberstufe ist die Möglichkeit eigener Untersuchungen wahlfachweise sicherzustellen.

Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften braucht die Mathematik in ihren Stundenzahlen nicht verstärkt zu werden. Die jetzt verfügbare, vielleicht sogar abkürzfähige Zeit ist aber durch Umgestaltung der Unterrichtziele besser auszunutzen. Manche Gebiete können beseitigt werden (z. B. sphärische Trigonometrie), bei anderen sind Vereinfachungen notwendig, insbesondere ist alles auszumerzen, was — ohne einen Wert fürs praktische Leben zu haben — mit niederer Mathematik nur umständlich, auf der Hochschule dagegen mit höherer Mathematik „elegant" gelöst werden kann. Höhere Mathematik gehört nicht auf das Gymnasium (auch nicht auf die Oberrealschule), dagegen muß der Begriff der „Funktion", vor allem auch seine zeichnerische Behandlung und mit Einführung in die Begriffe des Differentials und Integrals an Hand anschaulicher Beispiele, gelehrt werden.

Ueberhaupt ist das Zeichnen als Pflichtfach eifrig zu betonen, sowohl das Freihand- wie das Linearzeichnen, aber nicht etwa als eine Handfertigkeit, sondern als Uebung von Auge und Hand, zur Stählung der Beobachtungsgabe, des anschaulichen Denkens und des Gedächtnisses.

Daß der Geschichtsunterricht umgestaltet und aus dem Auswendiglernen von Regierungs- und Schlachtenzahlen zu einem lebendigen Unterricht in Kultur, Politik und Wirtschaftsleben wird, darf man nach den staatlichen Umwälzungen bestimmt erwarten. Neben dieser Vertiefung ist eine Betonung der neueren Geschichte und der Weltgeschichte (besonders von den großen Entdeckungen an) mit ihren inneren Zusammenhängen erforderlich. In Zusammenhang hiermit steht die Bürgerkunde und Wirtschaftskunde mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands und die Pflege der (bisher völlig vernachlässigten) Geographie (mit Einschluß der Wirtschafts- und Verkehrsgeographie und der Auslandkunde).

Den Mittelpunkt des ganzen Unterrichts muß aber das Deutsche bilden, damit unsere Jünglinge zu vaterlandfrohen, das Deutschtum bejahenden, ideal und sozial denkenden Männern erzogen werden. Insbesondere ist hier das richtige Verstehen der ärmeren Volkskreise durch die höher Gebildeten vorzubereiten.

Bei der oben als notwendig nachgewiesenen Zweiteilung des (sechsjährigen) Gymnasialkursus muß größter Wert auf den harmonischen Abschluß der Mittelstufe gelegt werden. Aus diesem Grund muß manches doppelt behandelt werden: Auf der Mittelstufe Kenntnisse vermittelnd und teilweise Tatsachen lehrend, ohne sie begründen und kritisieren zu können; auf der Oberstufe die Kenntnisse vertiefend, die Tatsachen begründend und u. U. kritisierend. Auf der Mittelstufe muß man sich auf das für das praktische Leben Wichtige beschränken (z. B. in der Naturlehre, den neuen Sprachen, der Geographie); auf viele höhere Gebiete muß man dagegen verzichten. Bei der Bewertung der Einzelheiten müßten die Vertreter der technischen Berufe verlangen, hinzugezogen zu werden. — Eine sehr wichtige Klasse wird die Untersekunda sein, denn sie bietet für eine große Zahl von Schülern die letzte Möglichkeit, die Keime einer idealen, gesundvölkischen Lebensauffassung zu legen. Hier muß in erster Linie Kulturgeschichte, Geschichte, Bürgerkunde und Deutsch getrieben werden; hier sind die besten Lehrkräfte anzusetzen, Männer, die Begeisterung haben und erwecken können.

Die Arbeit des Technikers beim Wiederaufbau des Vaterlands.

Die technischen Berufe haben jede Ursache, auf den Krieg — trotz seines unseligen Endes — mit Stolz zurückzublicken. Denn die Techniker hatten das deutsche Wirtschaftsleben zu einer solchen Höhe und Kraft emporgeführt und hatten die Wehr des deutschen Volkes so gestärkt, daß wir der ganzen Welt als Feind trotzen konnten und daß schon ein ungewöhnlich großes Maß von Unfähigkeit gewisser anderer Berufe dazu gehörte, um dies Kriegsende herbeizuführen. Und auch im Krieg hat der Techniker, wie oben gesagt, Großes geleistet. Anerkennung hat er dafür allerdings nicht gefunden, aber das scheint nun einmal im Wesen der Technik zu liegen: die Welt nimmt die Leistungen der Technik als etwas Selbstverständliches hin, bewundert gelegentlich einige durch ihre Größe besonders sinnfällige Werke, hat aber kein Verständnis für den Geist der Technik und empfindet auch keinen Dank; der Ingenieur, der die großen Werke schafft, bleibt im Dunkel; aber der, der nach den Weisungen des Ingenieurs die Werke benutzt, der erntet Dank, Ehren und Bewunderung, besonders wenn er in Uniform erscheint.

So Großes die Technik vor und in dem Krieg geleistet hat, die Arbeiten, die ihr jetzt beim Wiederaufbau des Vaterlandes bevorstehen, sind größer und schwieriger. Zunächst hat sich die Technik an die veränderte Wirtschaftslage anzupassen, an die hohen Löhne (richtiger gesagt, an die hohen Lebensmittelpreise) und an den Mangel an vielen Stoffen. Wir wollen nur die Frage der Stoffe behandeln, da die Erörterung der Lohnfrage, d. h. des notwendigen Abbaues der Löhne, zu weit führen würde.

Am wichtigsten ist das Sparen an den Stoffen, die nicht mehr oder nur in geringem Umfang vorhanden sind und nur zu ungewöhnlich hohen Preisen beschafft werden können. Hier muß die Technik fortgesetzt aufs eifrigste bemüht sein, die im Krieg begonnenen Arbeiten, die vielfach schon zu hohen Leistungen geführt haben, weiterzuführen, also alle Arbeiten zur Verbesserung der Ersatzstoffe und zur Vermeidung der Sparstoffe. Hierbei kommt es aber nicht nur darauf an, für die Zeit zu sorgen, während der infolge Weltmangel, Schiffsknappheit oder ungünstiger Valuta der Bezug erschwert und verteuert ist, sondern Deutschland muß überhaupt bemüht sein, sich vom Bezug gewisser ausländischer Rohstoffe freizumachen, damit es unter den politischen Wirrnissen, mit denen ein vorsichtiger Wirtschaftspolitiker trotz allem rechnen muß, künftig nicht zu leiden braucht (wie z. B. die Neutralen im Krieg gelitten haben).

Ferner muß an Stoffen gespart werden, die wir zwar im Heimatland erzeugen können, die aber nur in geringer Menge verfügbar sind, besonders wenn sie vom Ausland begehrt werden. Hierzu gehört vor allem Eisen und fast alle anderen Metalle. Wir müssen Ausfuhrgüter erzeugen und nach dem Ausland verkaufen, damit wir Lebensmittel und Rohstoffe einführen können. Nach Eisen- und anderen Metallerzeugnissen wird aber auf der ganzen Welt noch jahrelang ein großer Hunger sein, da allenthalben nicht genug ausgebessert, erneuert und neugebaut worden ist, und da die Leistungsfähigkeit der Gesamt-Welt-Metallindustrie durch den Krieg eher verloren als gewonnen haben dürfte, mindestens für die Erzeugung von Friedenswerten.

Die Sparsamkeit, die wir bei gewissen Stoffen beobachten müssen, zwingt uns dazu, die Stoffe zu verwenden, die wir reichlich haben. Um hier nur das Bauwesen im engeren Sinn zu behandeln, sei auf Holz und Stein hingewiesen. An beiden haben wir genügend Mengen zur Verfügung. Holz haben wir allerdings vor dem Krieg eingeführt, im Krieg in großen Massen verbraucht, trotzdem können wir einen gesteigerten Bedarf eine gewisse Zeitlang aus dem Inland decken, weil unsere Forsten durch Jahrzehnte hindurch so gut bewirtschaftet worden sind, daß wir uns den Raubbau vorübergehend leisten können. Man wende nicht ein, daß wir damit die Zukunft schädigen werden. Darauf ist nämlich zu erwidern: Für uns heißt es jetzt, über die ersten schlimmsten Jahre hinwegzukommen, uns drückt die gegenwärtige Not so stark, daß wir jedes Mittel ergreifen müssen, um sie zu lindern, unsere Generation kann die Lasten des Krieges doch nicht allein tragen, sie muß vieles auf die kommenden Geschlechter abwälzen, zu dem, was abgewälzt wird, gehört aber nicht nur Verzinsung und Tilgung der Schulden, sondern auch Vorwegnehmen von Werten, die erst für die Zukunft bestimmt sein sollten, für den gegenwärtigen Verbrauch. An Steinen haben wir eine solche Menge natürlicher Gesteine zur Verfügung, daß wir früher viele nicht ausgenutzt haben. Diese müssen wir jetzt erschließen und durch entsprechende Verkehrsmaßnahmen (Bau von Anschlußbahnen zu neuen Brüchen, niedrige Tarife) beweglich machen. Desgleichen haben wir eine Menge wertvoller Erden, die zur Herstellung künstlicher Steine und der Zemente geeignet sind. Auch hier kommt es darauf an, die Produktion zu steigern, wobei aber darauf Rücksicht genommen werden muß, daß wir an Kohlen knapp sind, und daß die Transporte (für die Erden, Kohlen und die fertigen Erzeugnisse) klein bleiben müssen, und daß hierbei die Wasserwege möglichst ausgenutzt werden müssen.

Wir haben bisher wohl etwas an der Mode gekrankt, viele Konstruktionen ohne zwingende Not aus Eisen herzustellen. Bei der jetzigen Lage hat aber jeder Ingenieur und jeder Architekt die Pflicht, zu prüfen, ob das kostspielige und als Ausfuhrgut so wichtige Eisen nicht durch Holz oder Stein ersetzt werden kann. Zweifellos ist dies in großem Umfang der Fall; bei kleinen Spannweiten usw. kann man fast immer ohne Eisen auskommen, bei großen ist zu prüfen, ob nicht Eisenbeton (statt reinen Eisens) möglich ist. So sei z. B. darauf hingewiesen, daß man im Eisenbahnwesen die Verwendung von Eisen während der kritischen Zeit einschränken kann, indem man hölzerne Schwellen bevorzugt und für die Brücken Holz als Baustoff zuläßt. Technisch ist die Holzschwelle der eisernen ebenbürtig, und gegen den Bau von Holzbrücken für Eisenbahnzwecke läßt sich nichts Grundsätzliches einwenden. Daß wir früher keine hölzernen Eisenbahnbrücken gebaut haben, war auch nur eine Art Mode, das beweisen die großen Holzbrücken in Amerika und die Bauausführungen auf den Kriegsschauplätzen. Selbstverständlich sind alle Maßnahmen so zu treffen, daß die heimische Eisenindustrie nicht geschädigt wird.

Jedenfalls hat jeder Techniker die Pflicht, bei allen seinen Arbeiten zu prüfen, welche Baustoffe nach der Gesamtlage der deutschen Wirtschaft und den besonderen wirtschaftlichen und verkehrlichen Verhältnissen der Baustelle die zweckmäßigsten sind.

Da die Einfuhr von Lebensmitteln und Rohstoffen für das Wieder-in-Gang-Bringen unserer Wirtschaft so wichtig ist, und da die Einfuhr nur gegen entsprechende Ausfuhr möglich ist, ist der Ingenieur zurzeit für das gesamte Wirtschaftsleben der wichtigste persönliche Faktor. Denn „Rohgüter“ können wir nur sehr wenig ausführen, soviel man auch über Kohle, Kali (und Zucker) reden mag. Und dabei sind dies nicht einmal Rohgüter, denn in ihnen steckt schon eine erhebliche Arbeit, und zwar nicht zuletzt ingenieurtechnische Intelligenz. Diese, die technische Intelligenz ist nämlich unser wichtigstes Ausfuhrgut. Das Ausland kauft die Konstruktionen, Maschinen, Geräte, Chemikalien nicht deshalb, weil in ihnen gewisse Stoffe stecken, sondern weil sie technische Intelligenz enthalten. Die Stoffe hat man im Ausland auch, manche müssen wir sogar erst aus dem Ausland beziehen; die Stoffe braucht das Ausland also nicht zu kaufen, was man kaufen und auch gut bezahlen will, das sind technische Gedanken, das ist die Arbeit, die Schaffensfreude, der Wagemut des Ingenieurs. Dem Ingenieur erwächst damit noch mehr als bisher die Pflicht, unablässig an der Verbesserung aller Erzeugnisse zu arbeiten, um unsere Wettbewerbfähigkeit im Ausland zu erhöhen. So mancher Ingenieur wird auch mit dem Acht-Stunden-Tag nicht auskommen, und so mancher verlockend erscheinende „Sozialisierungs“gedanke wird zerfließen, wenn man ihn erst einmal im Hinblick auf den Auslandwettbewerb richtig zu Ende denkt.

Wir müssen auch damit rechnen, daß ein Teil dieser technischen Intelligenz, die wir ins Ausland verkaufen müssen, in der Form ins Ausland fließen wird, daß der deutsche Ingenieur auswandert. Das klingt zunächst bedauerlich, und man wird fragen, ob denn wieder so vieles edles deutsches Blut wie einst zu den Zeiten feudaler Mißwirtschaft der Heimat entnommen werden soll, um im Ausland „Kulturdünger“ zu werden. Darauf ist zu antworten: Ob bedauerlich oder nicht, wir müssen mit der Auswanderung vieler junger strebsamer Ingenieure rechnen, weil die Heimat ihnen nicht genügend Aufgaben und Brot

geben wird. Allerdings hat der Krieg erwiesen, daß wir in vielen Staats- und Gemeindeverwaltungen zuwenig Techniker hatten, und das Wort „Freie Bahn dem Tüchtigen" wird insofern kein Schlagwort bleiben, als bei vielen Stellenbesetzungen nun auch dem Techniker der Zugang nicht grundsätzlich verriegelt sein wird; aber man muß auch mit einer (vielleicht nur relativen?) Zunahme der Techniker rechnen, weil viele, die früher Juristen oder Offiziere wurden, sich nun den technischen Berufen zuwenden werden. Man braucht die Auswanderung junger Ingenieure aber auch gar nicht zu bedauern, wenn man planmäßig dafür sorgt, daß sie im Ausland Deutsche bleiben, daß sie stets dankbar des Vaterlands gedenken und der Zeit harren, da sie (mit äußeren Gütern gesegnet) wieder in die Heimat zurückkehren. Hierfür sind die Zeiten jetzt günstiger als in jener unseligen Epoche der großen deutschen Auswanderung und des Verkaufs deutscher Landeskinder an fremde Länder; damals haben so viele verbittert über die inneren politischen Zustände, angeekelt von der Selbstsucht und dem Hochmut der herrschenden Kasten, die Heimat verlassen; damals hat so mancher seine Heimat verlassen müssen, weil er tüchtig, vaterlandsliebend, ehrenwert war; damals war der deutsche Name im Ausland mißachtet; damals verweigerte ein englischer König den „Edelsten der deutschen Nation" die Epauletten; jetzt haben wir den Mut zu hoffen, daß wir besseren Zuständen entgegenreifen, jetzt ist der deutsche Name in aller Welt hochgeachtet, jawohl, trotz aller Lügen und Verleumdungen; selbst unsere erbittertsten Feinde werden in wenigen Jahren mit Bewunderung von Deutschland sprechen, das so Unsägliches im Weltkrieg geleistet und gelitten hat. Und nicht zuletzt wird der Ingenieur Anteil haben an dieser Bewunderung, denn was im deutschen Vaterland so viele nicht wissen und so manche auch nicht wissen wollen — das Ausland weiß es, was die deutsche Technik im Krieg geleistet hat. Der deutsche Ingenieur wird im Osten und Südosten Europas, in Ostasien, im lateinischen Amerika und auch in Südafrika und Australien gesucht sein, denn man weiß, was er leistet, und weiß auch, daß er mehr leistet als der so mancher anderen Nation angehörende Ingenieur. Schon schreiben amerikanische Zeitungen darüber, daß sich der Dollar die Arbeitskraft des deutschen Ingenieurs für den osteuropäischen Markt sichern müsse. Hier erwachsen den Schulen besondere Pflichten: Das Gymnasium muß seine Jünglinge so kernfest deutsch erziehen, daß sie ihr Deutschtum niemals verlieren, und es muß sie mit den notwendigen wirtschaftlichen, geographischen, geschichtlichen und Sprachkenntnissen (Englisch, Spanisch) ausrüsten; die technischen Schulen müssen so allgemein und grundlegend ausbilden, daß der junge Ingenieur sich in fremden Verhältnissen zurechtfinden kann, dafür können dann die „preußischen Normalien" in manchem Fach (und in den Prüfungen!) stark zurücktreten. Und ferner haben die technischen Hochschulen die Pflicht, in erster Linie für ihre deutschen Studierenden zu sorgen (besonders in den Uebungen und Laboratorien), und erst dann kommen die Ausländer; mit der Ausländerei, deren man sich stellenweise schuldig gemacht, muß es im deutschen technischen Unterrichtswesen gründlich vorbei sein!

Politische und soziale Fragen.

Auch dem, der sich wenig um Politik gekümmert hat, ist es durch den Krieg klar geworden, daß manches in unserem Vaterland ungesund gewesen ist, und bei der großen Bedeutung, die die technischen Berufe für so viele Gebiete des öffentlichen Lebens und so viele Bevölkerungskreise haben, ist es Pflicht des Ingenieurs, sich die Frage vorzulegen, ob und inwieweit er an dieser Schuld teil hat.

Leider muß man, wenn man ehrlich ist, bekennen, daß die technischen Berufe von Schuld nicht frei sind.

Allerdings hat der Ingenieur starke Milderungsgründe: Zunächst war er durch seinen Beruf derart in Anspruch genommen, daß er wenig Zeit und (bei der Schönheit des Berufes) auch wenig Lust hatte, sich um politische und soziale Fragen zu kümmern. Sodann wurde er auch auf der Hochschule hierin zuwenig unterwiesen, ja sogar nicht einmal auf die Wichtigkeit aufmerksam gemacht, denn weite Kreise der Hochschullehrer (und die vorgesetzten Ministerien) brachten den volkswirtschaftlichen Fächern nicht das erforderliche Verständnis entgegen, während auf Mathematik und Naturwissenschaften (teilweise wegen der Sünden des Gymnasiums) zuviel Zeit verwendet wurde. Vor allem aber wurde der Ingenieur in den Staats- und Gemeindeverwaltungen möglichst auf das „Rein-Technische" beschränkt (nämlich auf die Gebiete, von denen Nicht-Techniker glaubten behaupten zu dürfen, daß damit das Technische erschöpft sei), von wirtschaftlichen und sozialen Fragen aber möglichst ferngehalten, da man hierfür die „nichttechnischen" Dezernate einrichtete und vermehrte. Die Kurzsichtigkeit, daß die herrschenden Gewalten den Ingenieur insbesondere von der Behandlung der „Arbeiterfragen" fernhielten, ist nur dadurch zu erklären, daß das herrschende System der Größe und Schwierigkeit dieser Fragen und den in ihnen schlummernden Gefahren verständnislos und verblendet gegenüberstand.

Aber wir haben hier keine Anklagen zu erheben, sondern haben zu fragen, wie gebessert werden kann, und was insbesondere der Ingenieur zur Besserung beitragen kann. Hierauf ist zunächst zu antworten, daß in allen Fragen der Versöhnung der sog. „arbeitenden Klassen", also der Fürsorge für die gewerblichen Arbeiter und der Hebung dieses ganzen, seiner Zahl nach größten Standes, die technischen Berufe die an erster Stelle Berufenen sind. Denn der Techniker der verschiedensten Grade kommt mit dem „Arbeiter" dienstlich am innigsten in Berührung. Er ist sein Vorgesetzter, er sollte auch sein Fürsorger, Berater, Helfer und Erzieher sein. Der Techniker kennt den Arbeiter nicht als einen „juristischen Begriff", als den er so oft angesehen wird, sondern als Menschen, als Menschen, der menschlich empfindet, strebt und leidet; aber das Menschliche hat man ja früher so gründlich übersehen, wie ja auch so viele Männer in hoher Stellung im Kriege nicht gewußt haben, daß der Soldat noch etwas anderes ist als eine Einheit, die man zu Kompagnien, Bataillonen, Regimentern usw. formiert, daß er ein Mensch ist, und daß er eine Seele hat.

Der Ingenieur muß daher einerseits fordern, daß ihn die Schule (in den Grundlagen schon das Gymnasium, in der Hauptsache aber die Hochschule) entsprechend ausbildet, daß er den sozialen Fragen gewappnet gegenübersteht. Es muß weiter fordern, daß ihm in jedem Betrieb (ob staatlich, gemeindlich oder privat) der Einfluß eingeräumt wird, den er braucht, um seine Kenntnisse und seine Erfahrungen zum Wohl der arbeitenden Klassen und damit zum Wohl und zur Gesundung des ganzen Volkes einzusetzen.

Der Ingenieur wird hier aber nur Erfolg haben, wenn er sich um Politik — mag sie ihm auch nicht „liegen" — kümmert und in den politischen Parteien und Vertretungen mitarbeitet.

Ein Gebiet, das in den gemachten Fehlern besonders verhängnisvoll gewesen ist, das aber bei richtiger Handhabung am ehesten zur Erstarkung und Erneuerung beitragen kann, ist das Siedlungswesen, und gerade auf diesem hängt fast alles von der Arbeit der technischen Berufe ab.

Hier kann niemand, der sein Vaterland lieb hat, mit den bittersten Vorwürfen gegen den Eigennutz und die Verständnislosigkeit der früher in Preußen-Deutschland allmächtigen Clique zurückhalten. Tatenlos sah man, ob-

wohl man das abschreckende Beispiel Englands vor Augen hatte, jahrzehntelang zu, wie sich das Verhältnis zwischen städtischer und ländlicher, zwischen gewerblich und landwirtschaftlich tätiger Bevölkerung ständig verschlechterte; aber für eine großzügige innere Kolonisation geschah fast nichts. Um „den Glanz alter Familien zu erhalten", wurde der Großgrundbesitz selbst dort ängstlich behütet, wo allgemein anerkannt war, daß sein Anteil zu groß, der bäuerliche zu klein war. Die weiten, dünn besiedelten Gebiete Ostelbiens ließ man ungenutzt, auch auf Böden, die das Drei- und Vierfache an Bevölkerung tragen konnten; in Zeiten, in denen man die ehemals polnischen Landesteile noch — ohne Schädigung der dünnen polnischen Bevölkerung — durch Ansetzen deutscher Bauern hätte eindeutschen können, geschah dies nicht nur nicht, sondern es wurden noch Polen ins Land gerufen, weil der zu große Großgrundbesitz das Entstehen einer ausreichend starken deutschen Kleinbauern- und Landarbeiter-Bevölkerung verhinderte.

Und die gewerbliche Bevölkerung ließ man sich in den Städten in dem bekannten Wohnungselend zusammenballen und verkommen. Die verderbliche Bauordnung der Mietkasernen herrscht noch heute, obwohl sie vor Jahrzehnten als volksvergiftend und -mordend erkannt ist; die Mietkaserne durfte sich Vororte und ganze Städte erobern, in denen man mit Klein- und Mittelhäusern hätte wirtschaften können. In einer Zeit, da längst erkannt war, daß eine Hauptursache des großstädtischen Elends das zu schnelle Wachsen der Städte war, wurden die auf der Hand liegenden Maßnahmen, mit denen man das Wachstum hätte verzögern können, nicht nur nicht ergriffen, sondern das Wachstum wurde durch künstliche Mittel noch beschleunigt. Man denke einmal an all die Behörden, zivile, militärische und maritime, an all die Truppen, Werkstätten, Betriebe, Schulen, öffentlichen Anstalten, die allein durch die Reichs- und Staatsgewalt in Berlin konzentriert wurden, ohne daß dazu der geringste Grund vorlag. In einer Zeit, da das Wohnungselend Berlins zum Himmel schrie, hat man nicht Behörden und Truppen hinausgelegt, um in den Verwaltungsgebäuden und Kasernen Wohnungen zu schaffen und aus Kasernenplätzen Spielplätze zu machen, nein, man hat immer neue Behörden und Truppen dorthin gezogen, obwohl man die Bevölkerung aus ihren Wohnungen herausjagen mußte, weil man nicht genug Geschäftsgebäude und Kasernen hatte!

Wahrlich, wenn man sieht, wie furchtbar dies System zum jetzigen Elend des deutschen Vaterlandes beigetragen hat, so ist es schwer, sich den Schuldigen gegenüber in parlamentarischen Ausdrücken zu bewegen.

Aber jetzt sind die Schäden erkannt. Durch das ganze deutsche Volk geht einmütig der Wille, großzügig Innenkolonisation zu treiben, Bauern zu schaffen, das Elend der Städte zu beseitigen, unseren Helden eine eigene Scholle zu verschaffen. Und der technischen Berufe harren hier große Aufgaben; denn abgesehen von der Land- und Geldbeschaffung und einem Teil der Urbarmachung, sind die zu lösenden Aufgaben fast ausschließlich technischer Natur.

Dies gilt von der Innenkolonisation im engeren Sinn des Wortes, also von dem Schaffen neuer Stellen für „Ganz-Bauern", bei der es auf das Urbarmachen von Oedland und Mooren, die Verbesserung des Bodens, die Be- und Entwässerung, den Bau der neuen Dörfer, Weiler und Gehöfte und die richtige Verkehrserschließung ankommt. Es gilt aber auch von der Industrialisierung des platten Landes, dem Hinauslegen von gewerblichen Anlagen jeglicher hierzu geeigneten Art auf das platte Land und in die Kleinstädte, wodurch die gewerblich tätige Bevölkerung der Großstadt und dem Industriegebiet entrissen wird, um im eigenen Häuschen mit reichlich Gartenland in den Zustand von „Halbbauern" überführt zu werden. Hierbei fallen außer dem Architekten und dem Bauingenieur vor allem dem Maschineningenieur und den in der Privatindustrie tätigen Technikern die Hauptaufgaben zu, denn die Hauptsache ist, den gewerblichen Betrieb zu verlegen oder auf dem platten Land (oder in der Kleinstadt) neuzuschaffen, ohne daß dadurch seine wirtschaftliche Grundlage bedroht wird. Sehr wesentlich ist dabei die richtige Verkehrslage, da von der Zufuhr der Roh- und Hilfsstoffe und der Abfuhr der erzeugten Waren viel für die Existenzmöglichkeit abhängt. Auch die entsprechende Pflege der Binnenwasserstraßenpolitik und der Eisenbahntarifpolitik ist hier als eine wichtige Aufgabe der Techniker zu nennen.

Zum dritten gilt es auch von der Verbesserung der Großstädte selbst, von der Entlastung der Innenstadt, der Ausbreitung der Wohnungen (in Form des Klein- und Mittelhauses) über ein großes mit Freiflächen reich durchsetztes Gebiet, von der Pflege des städtischen Verkehrswesens usw.

* * *

Zum Schluß wies der Vortragende darauf hin, wie wichtig es für die Angehörigen der technischen Berufe ist, sich bei den großen Aufgaben, die ihnen bevorstehen, untereinander und zu den anderen Berufen richtig zu stellen.

Die Techniker der verschiedenen Grade der Vorbildung müssen sich als eine Einheit fühlen; der gemeinsame technische Beruf muß sie zusammenführen; die Unterschiede in der Ausbildung dürfen sie nicht trennen. Die Anforderungen, die die verschiedenen technischen Schulen an die Vorbildung stellen, dürfen zwar nicht herabgemindert oder verwässert werden, insbesondere dürfen die technischen Hochschulen ihre Forderungen nicht ermäßigen, ihre Unterrichtziele müssen sich sogar noch erweitern (besonders nach der rechtskundlichen, volkswirtschaftlichen und sozialpolitischen Seite hin), aber die Abstufung in der Höhe der Ausbildung darf nicht zu irgendeiner Art von Kastenhochmut führen. Je höher der Techniker steht, desto mehr muß er jedem Fachgenossen das Aufsteigen erleichtern; aber keine der notwendigen Abstufungen darf aufgehoben werden; jeder muß die Grenzen seiner Ausbildung und damit die Grenzen seines Wissens erkennen und beachten, damit weder wirtschaftliche Schäden noch Unfälle entstehen. Aber ein gegenseitiges wahrhaft soziales Empfinden soll die Techniker aller Grade umfassen.

Der Zusammenschluß der Techniker darf auch nicht zu einer Gegnerschaft gegen andere Stände führen. Allerdings haben die technischen Berufe viel unter den Standesvorurteilen anderer gelitten; allerdings sind sie in vielem zurückgesetzt und oft von ihren eigensten Gebieten ausgeschlossen worden. Sie haben dafür hauptsächlich die Juristen und den Assessorismus verantwortlich gemacht. Das mag auch in vielen Fällen zutreffend gewesen sein. Aber die Techniker sollten zweierlei nicht vergessen: einmal, daß ihnen die wirklichen Juristen (Richter, Staatsanwälte, Rechtsanwälte) fast nie im Wege gestanden haben, zum anderen, daß es letzten Endes nicht die Juristen, nämlich die juristisch vorgebildeten „Verwaltungsbeamten" waren, die die Technik und ihre Vertreter niederhielten, sondern daß es die verderbliche reaktionäre politische Richtung der „kleinen, aber einflußreichen" Partei war, die den Fortschritt überhaupt bekämpfte und damit auch die Techniker, als die wichtigsten Vertreter der fortschreitenden Entwickelung, niederhalten mußte. Nun ist deren Macht gebrochen, und damit ist die Bahn frei für den Techniker und für sein Zusammenarbeiten mit jedem wirklich arbeitenden und schaffenden Beruf.

Die Theorie des Balkens in der technischen Elastizitätslehre.

Von Dr. Georg Prange, Privatdozent (Hannover).

In der technischen Elastizitätslehre spielt die Formänderungsarbeit eines elastischen Systems eine wichtige Rolle. Das Bestreben, den elastischen Gleichgewichtszustand durch eine Minimalforderung für die Formänderungsarbeit festzulegen (Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit oder Menabreasches Prinzip), hat sich trotz vieler Anfeindungen im Streit der Meinungen siegreich behauptet. Doch wird diese Minimalforderung von den verschiedenen Forschern ganz verschieden formuliert. Die Castiglianoschen Sätze über die Ableitungen der Formänderungsarbeit nach den äußeren Kräften sind ebenso von manchen Forschern und Ingenieuren in ihrer Wichtigkeit sehr angezweifelt, während andere ihre grundlegende Bedeutung nachhaltig vertreten. Die Zwiespältigkeit der Ansichten veranlaßte mich, eine Klarstellung der Bedeutung dieser Prinzipien und Sätze im Rahmen der allgemeinen Variationsansätze der theoretischen Elastizitätslehre anzustreben. In einer größeren Arbeit [1]) habe ich den mathematischen Sinn der umstrittenen Ueberlegungen der technischen Elastizitätslehre herauszuschälen gesucht und ausgeführt, daß eine unmittelbare Analogie besteht mit Ueberlegungen, die die theoretische Dynamik benutzt. Das „Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit" entspricht dem „Prinzip der kleinsten Wirkung", die „Gleichgewichtsbedingungen" und „Kompatibilitätsbedingungen" entsprechen den „Differentialgleichungen der Bewegung" und die Castiglianoschen Sätze sind das Gegenbild zu der Darstellung der Integrale der Bewegungsgleichungen durch die Ableitungen der von Hamilton eingeführten variierenden Wirkung.

Um diese Analogie klar hervortreten zu lassen, habe ich in der erwähnten Arbeit das Fachwerk und den dreidimensionalen kontinuierlichen Körper nebeneinander behandelt. Die Untersuchungen in der technischen Elastizitätslehre sind eben meist für das Fachwerk angestellt, und ihre Uebertragung auf den kontinuierlichen Körper geschieht in der Weise, daß auch bei diesem mit Einzelkräften operiert wird. Dabei wird natürlich kein Anschluß gewonnen an die theoretische Elastizitätslehre, für welche Einzellasten nur als Grenzfälle kontinuierlicher Belastung erscheinen. Macht man statt dessen die Uebertragung auf den mit kontinuierlichen Kräften belasteten dreidimensionalen Körper, so tritt der Sinn der Ueberlegungen, die zu Minimalforderungen (Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit) führen, klarer hervor. Man erkennt, daß beim Fachwerk Auffassungen zusammenfallen, die an sich verschieden sind und die beim kontinuierlichen Körper sorgfältig voneinander unterschieden werden müssen. Durch die Berücksichtigung dieses Umstandes gelingt die Beseitigung mancher Unklarheiten, die wohl der Grund zu den obenerwähnten Streitigkeiten gewesen sind. Andrerseits wird die Darstellung beim kontinuierlichen Körper einigermaßen kompliziert, weil an die Stelle der Summen in der Fachwerkstheorie wegen der drei Dimensionen gleich dreifache Integrale treten. Es würde einfacher sein, wenn man die Theorie an einem elastischen Gebilde durchführen könnte, das nur eine Dimension besitzt. Solche elastischen Gebilde gibt es freilich im strengen Sinne nicht, wohl aber können in Körpern von bestimmter Gestalt die Größen, welche den Verzerrungszustand beschreiben, von weniger als drei Koordinaten, insbesondere also nur von einer Koordinate abhängen. In der technischen Elastizitätslehre wird in diesem Sinne der Balken als ein eindimensionales elastisches Gebilde von besonderer Konstruktion angesehen. Freilich können nicht unmittelbar die Ergebnisse für den dreidimensionalen Körper verwendet werden, indem man einfach die Dimensionszahl von 3 auf 1 vermindert, denn es treten bei dieser Auffassung z. T. ganz neue Verhältnisse ein. Um so mehr scheint daher der Balken eine besondere Behandlung zu verdienen. Diese ist im folgenden versucht.

Die ersten drei Paragraphen dienen dazu, eine Darstellung der Grundlagen, auf denen die technische Balkentheorie aufgebaut ist, vom mathematischen Gesichtspunkt aus zu geben. Der § 4 behandelt die Extremalprinzipien. In § 5 und § 6 sind die Castiglianoschen Sätze und der Maxwell-Bettische Reziprozitätssatz besprochen, und zwar gibt § 5 den allgemeinen mathematischen Gedanken, während im § 6 ausgeführt ist, wie dieser allgemeine Gedanke in den Anwendungen der Technik vereinfacht wird. § 7 ist der Frage nach der Erledigung statisch-unbestimmter Balken durch eine Minimalforderung für die Formänderungsarbeit gewidmet (Menabreasches Prinzip in zweiter Auffassung).

[1]) G. Prange, Das Extremum der Formänderungsarbeit, Habilitationsschrift, Hannover 1916.
Diese Arbeit sollte als besonderes Buch erscheinen und hat bisher des Krieges halber nicht gedruckt werden können.

§ 1. Der gerade Balken in der Auffassung der technischen Festigkeitslehre.

Da bei einem Balken oder, wie man auch wohl sagt, einem biegungsfesten Stab die Längsabmessung die Querabmessungen bedeutend übertrifft, hat die technische Festigkeitslehre ihn als ein eindimensionales Gebilde aufgefaßt, indem sie das Augenmerk auf die Balkenachse richtete. Für die elastische Formänderung spielen nun aber doch die Querdimensionen des Balkens eine Rolle und mußten berücksichtigt werden. So gelangte man dahin, den Balken als eine „Scheibenreihe" aufzufassen in folgendem Sinne:

Auf der Balkenachse, die zunächst als eine gerade Linie gedacht werden möge, sind senkrecht (unendlich dicht) unendlich dünne Scheiben von der Gestalt des Balkenquerschnitts aufgereiht. Diese Scheiben werden starr gedacht, ihre einzelnen Punkte können keine Verschiebung gegeneinander erfahren. Zwei benachbarte Scheiben aber seien miteinander elastisch verbunden, und jede Formänderung des Balkens werde durch Verrückung der Scheiben gegeneinander erzeugt. Dabei werden die elastischen Bindungen beansprucht und innere Spannungen erzeugt.

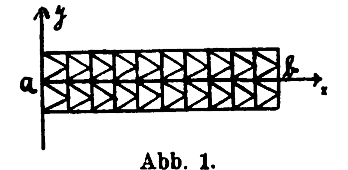


Abb. 1.

Im unbeanspruchten Zustande falle die Balkenachse mit der x-Achse zusammen. Bei einer Formänderung wird jeder Punkt der Balkenachse eine Verrückung Δx, Δy erfahren [2]), dies sind zugleich die Verrückungskomponenten der Mittelpunkte der Querschnittsscheiben, sie mögen als Funktionen von x gegeben sein. Die Scheiben werden sich aber auch noch gegeneinander drehen, und zwar um eine Gerade senkrecht zur (x, y)-Ebene [3]). Der Drehwinkel der einzelnen Scheibe sei $\Delta\chi$, wobei auch $\Delta\chi$ als Funktion von x gegeben sein möge.

[2]) Die Balkenachse soll bei der Formänderung eine ebene Kurve bleiben.

[3]) Es wird also insbesondere hier die Torsion (Drehung der Scheiben um die Balkenachse) ausgeschlossen.

Diese Verrückungen Δx, Δy, $\Delta\chi$ erzeugen zwischen den Scheiben als innere Spannungen 1. eine **Längskraft** $P(x)$, welche die Aenderung des Abstandes der Scheiben rückgängig zu machen sucht, 2. eine **Querkraft** $Q(x)$, welche nach Art einer Schubkraft der Parallelverschiebung der Scheiben gegeneinander entgegenwirkt und 3. ein **inneres Moment** $M(x)$, welches die Drehung der Scheiben gegeneinander zu verhindern sucht.

Für die Arbeit dieser inneren Kräfte kommen aber nicht die absoluten Werte dieser Verrückungen, sondern deren relative Aenderungen von Scheibe zu Scheibe, die **Formänderungsgrößen** in Betracht. Um sie zu bestimmen, betrachte man ein von zwei Scheiben begrenztes Balkenelement dx. Die relative Verrückung der rechten Scheibe gegen die linke ist in Richtung der Balkenachse gleich $d\Delta x$, und die zugehörige Formänderungsgröße ist also

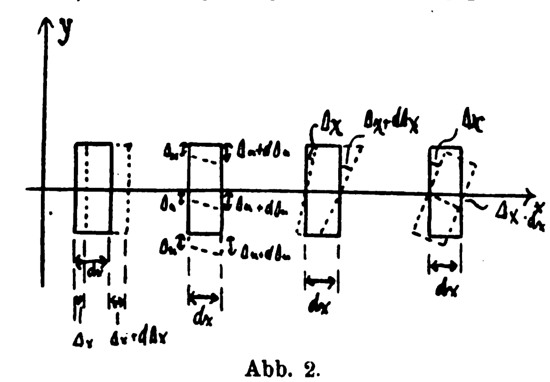


Abb. 2.

$$p = \frac{d\Delta x}{dx}. \tag{1a}$$

Ebenso ist bei der Drehung der Scheiben die relative Drehung der rechten Scheibe gegen die linke $d\Delta\chi$ und also die Formänderungsgröße

$$m = \frac{d\Delta\chi}{dx}. \tag{1b}$$

Nicht ganz so einfach drückt sich die Formänderungsgröße q aus, welche zu derjenigen Parallelverschiebung der beiden Scheiben gegeneinander gehört, bei welcher der Abstand der Scheiben ungeändert bleibt. Die relative Verrückung der Scheibenmittelpunkte $d\Delta y$ ist hier nicht unmittelbar für die Formänderung maßgebend, denn wenn sich das Balkenelement dx als ganzes ohne Formänderung um den Winkel $\Delta\chi$ dreht, so verschiebt sich ja auch der Mittelpunkt der rechten Scheibe gegen den der linken in Richtung der y-Achse um das Stück

$$\Delta\chi\cdot dx.$$

Für die Formänderung bestimmend ist also der Teil

$$d\Delta y - \Delta\chi\cdot dx$$

der relativen Verrückung der Scheibenmittelpunkte, und die Formänderungsgröße ist

$$q = \frac{d\Delta y}{dx} - \Delta\chi. \tag{1c}$$

Die Formänderung des Balkens wird durch **äußere Kräfte** hervorgerufen. Um eine völlig allgemeine Darstellung zu erreichen, werde angenommen, daß längs der Balkenachse **kontinuierlich verteilte Kräfte** wirken, und zwar 1. ein **Längszug** in Richtung der Achse, dessen Größe (bezogen auf die Längeneinheit der Achse) gleich $\Pi(x)$ sei, 2. ein **Querdruck** $K(x)$, senkrecht zur Balkenachse, und 3. ein **äußeres Moment** $M(x)$[4]. Weiter greifen noch **äußere Einzelkräfte** auf der Anfangsscheibe a und der Endscheibe b des Balkens an, und zwar je eine Einzelkraft Π_a und Π_b in Richtung der Balkenachse, je eine Kraft K_a und K_b senkrecht zur Balkenachse und je ein Moment M_a und M_b.

Zur Untersuchung des Gleichgewichtszustandes werde nun das **Prinzip der virtuellen Verrückungen** herangezogen. Es muß dazu der eingetretenen elastischen Verrückung $\Delta x, \Delta y, \Delta\chi$ eine virtuelle Verrückung $\delta\Delta x, \delta\Delta y, \delta\Delta\chi$ überlagert werden, und das Prinzip sagt aus: Der Gleichgewichtszustand ist dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder solchen virtuellen Verrückung die Arbeit der äußeren Kräfte gleich der Arbeit der inneren Kräfte ist. Da sich nun für eine virtuelle Verrückung die Arbeit der äußeren Kräfte zu

$$\left\{\begin{aligned} &\Pi_a\,\delta\Delta x_a + K_a\,\delta\Delta y_a + M_a\,\delta\Delta\chi_a + \\ &+ \Pi_b\,\delta\Delta x_b + K_b\,\delta\Delta y_b + M_b\,\delta\Delta\chi_b + \\ &+ \int_a^b [\Pi(x)\,\delta\Delta x + K(x)\,\delta\Delta y + M(x)\,\delta\Delta\chi]\,dx \end{aligned}\right. \tag{2}$$

berechnet, und die virtuelle Arbeit der inneren Kräfte gleich

$$\int_a^b [P(x)\cdot\delta p + Q(x)\cdot\delta q + M(x)\,\delta m]\,dx \tag{3a}$$

oder

$$\int_a^b \left[P(x)\frac{d\delta\Delta x}{dx} + Q(x)\left(\frac{d\delta\Delta y}{dx} - \delta\Delta\chi\right) + \right. \left. + M(x)\frac{d\delta\Delta\chi}{dx}\right]dx \tag{3b}$$

ist, so führt das Prinzip der virtuellen Verrückungen zu dem Ansatz: Es muß

$$\left\{\begin{aligned} 0 = {}&\Pi_a\,\delta\Delta x_a + K_a\,\delta\Delta y_a + M_a\,\delta\Delta\chi_a + \\ &+ \Pi_b\,\delta\Delta x_b + K_b\,\delta\Delta y_b + M_b\,\delta\Delta\chi_b + \\ &+ \int_a^b \Big[(\Pi\,\delta\Delta x + K\,\delta\Delta y + M\,\delta\Delta\chi) - \\ &- \Big(P\frac{d\delta\Delta x}{dx} + Q\Big(\frac{d\delta\Delta y}{dx} - \delta\Delta\chi\Big) + M\frac{d\delta\Delta\chi}{dx}\Big)\Big]dx \end{aligned}\right. \tag{4}$$

sein für jedes System virtueller Verrückungen. Die virtuelle Arbeit 3) der inneren Kräfte wird als die bei der virtuellen Verrückung geleistete **Formänderungsarbeit** bezeichnet.

Nimmt man die virtuellen Verrückungen zunächst so vor, daß keine Formänderung stattfindet, also

$$\frac{d\delta\Delta x}{dx} = 0,\ \frac{d\delta\Delta y}{dx} - \delta\Delta\chi = 0,\ \frac{d\delta\Delta\chi}{dx} = 0$$

wird, so erhält man als allgemeinste solche Verrückung

$$\delta\Delta x = c_1,\ \delta\Delta y = c_3 x + c_2,\ \delta\Delta\chi = c_3, \tag{5}$$

worin die c willkürliche Konstanten sind. Diese kann durch die folgenden drei Verrückungen mit je einer willkürlichen Konstanten erzeugt werden.

1. Verschiebung des ganzen Balkens parallel zur x-Achse: $\delta\Delta x = c_1$, $\delta\Delta y = 0$, $\delta\Delta\chi = 0$,
2. Verschiebung des Balkens parallel zur y-Achse: $\delta\Delta x = 0$, $\delta\Delta y = c_2$, $\delta\Delta\chi = 0$,
3. Drehung des Balkens um die Mitte der (im Nullpunkt gedachten) Scheibe a: $\delta\Delta x = 0$, $\delta\Delta y = c_3 x$, $\delta\Delta\chi = c_3$

Werden diese drei besonderen Verrückungen in die Grundgleichung 4) des Prinzips der virtuellen Verrückungen eingeführt, so ergeben sich wegen der Willkürlichkeit der c die drei Beziehungen

$$\left\{\begin{aligned} &\Pi_a + \Pi_b + \int_a^b \Pi(x)\,dx = 0 \\ &K_a + K_b + \int_a^b K(x)\,dx = 0 \\ &K_b\cdot l + M_a + M_b + \int_a^b (x\,K(x) + M(x))\,dx = 0, \end{aligned}\right. \tag{6}$$

worin l die Länge des Balkens ist. Die **äußeren Kräfte** müssen somit ein System bilden, das sich an einem (ebenen) starren Körper das **Gleichgewicht** halten würde.

Um die Gleichgewichtsbedingungen für die **inneren Kräfte** aufzustellen, sind die virtuellen Verrückungen

[4]) Von diesen drei auf die Balkenlänge verteilten äußeren Kräften tritt im allgemeinen nur die zweite (als kontinuierliche Belastung) wirklich auf. Die beiden anderen sind aber hier gleich mit eingeführt, weil sie beim krummen Balken auftreten und es in dieser theoretischen Ueberlegung wichtig erscheint, die Analogie klar herauszuarbeiten.

$\delta\Delta x$, $\delta\Delta y$ und $\delta\Delta\chi$ als willkürliche Funktionen von x anzusehen. Wird der Ansatz 4) des Prinzips der virtuellen Verrückungen durch partielle Integration umgeformt in

$$
4\text{a})\quad \left\{
\begin{aligned}
0 &= (\Pi_a + P(x_a))\,\delta\Delta x_a + (\mathrm{K}_a + Q(x_a))\,\delta\Delta y_a + \\
&\qquad + (\mathrm{M}_a + M(x_a))\,\delta\Delta\chi_a \\
&+ (\Pi_b - P(x_b))\,\delta\Delta x_b + (\mathrm{K}_b - Q(x_b))\,\delta\Delta y_b + \\
&\qquad + (\mathrm{M}_b - M(x_b))\,\delta\Delta\chi_b \\
&+ \int_a^b \left\{\left(\Pi + \frac{dP}{dx}\right)\delta\Delta x + \left(\mathrm{K} + \frac{dQ}{dx}\right)\delta\Delta y + \right. \\
&\qquad \left. + \left(\mathrm{M} + Q + \frac{dM}{dx}\right)\delta\Delta\chi\right\} dx,
\end{aligned}
\right.
$$

so folgt aus der Willkürlichkeit der virtuellen Verrückungen, daß für die inneren Punkte der Balkenachse die Gleichgewichtsbedingungen

$$
7)\quad \frac{dP}{dx} + \Pi = 0,\quad \frac{dQ}{dx} + \mathrm{K} = 0,\quad \frac{dM}{dx} + Q + \mathrm{M} = 0
$$

bestehen und für die Begrenzungsscheiben die Randbedingungen

$$
8)\quad \left\{
\begin{aligned}
&P(x_a) + \Pi_a = 0,\quad Q(x_a) + \mathrm{K}_a = 0,\quad M(x_a) + \mathrm{M}_a = 0 \\
&P(x_b) - \Pi_b = 0,\quad Q(x_b) - \mathrm{K}_b = 0,\quad M(x_b) - \mathrm{M}_b = 0
\end{aligned}
\right.
$$

gelten müssen.

Die drei kontinuierlichen äußeren Kräfte $\Pi(x)$, $\mathrm{K}(x)$, $\mathrm{M}(x)$ werden stets als gegeben vorausgesetzt. Die sechs an den Begrenzungsscheiben angreifenden äußeren Einzelkräfte Π_a, K_a, M_a, Π_b, K_b, M_b mögen in zwei Gruppen eingeteilt werden derart, daß man drei geeignete von ihnen in die erste Gruppe nimmt[5]) und die drei übrigen in die zweite Gruppe. Sind die drei Einzelkräfte der ersten Gruppe vorgegeben, so sind die drei der zweiten Gruppe durch die Gleichungen 6) bestimmt. Diese Einteilung der Einzelkräfte in zwei Gruppen entspricht dem Umstande, daß der Balken für die Verwendung als Tragkonstruktion so abgestützt werden muß, daß er (als starrer Körper aufgefaßt) nicht mehr beweglich ist, während die elastische Formänderung ungehindert möglich bleiben soll. Es muß dazu etwa die Anfangsscheibe a festgestellt werden, d. h. der zugehörige Punkt der Balkenachse festgehalten und die Drehung der Scheibe verhindert werden. Dann könnte man die auf der Anfangsscheibe a wirkenden Einzelkräfte Π_a, K_a, M_a als Reaktionen der Befestigungen auffassen, die sich aus den Gleichgewichtsbedingungen 6) für die äußeren Kräfte ermitteln lassen, wenn die Aktivkräfte, unter welchem Namen man die kontinuierlichen Kräfte und die vorgegebenen Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b zusammenfaßt, gegeben sind. Eine andere Art der Befestigung wäre die, nur den Achsenpunkt der Scheibe a festzuhalten, aber der Scheibe nicht die Möglichkeit der Drehung zu nehmen, dafür dann aber dem Achsenpunkt der Scheibe b vorzuschreiben, sich auf einer gegebenen Bahn zu bewegen, z. B. auf horizontaler Bahn. In diesem Falle würde man Π_a, K_a und K_b als Reaktionen der Befestigungen ansehen, während M_a, Π_b und M_b mit den kontinuierlichen Kräften die Aktivkräfte vorstellen[6]).

Die drei Gleichgewichtsbedingungen 7) bestimmen als Differentialgleichungen erster Ordnung die inneren Kräfte P, Q, M eindeutig, sobald zur Festlegung der Integrationskonstanten noch die drei der Randbedingungen 8) herangezogen werden, die zu den drei aktiven Einzelkräften gehören. Man erkennt auch, daß bei dieser Bestimmung der inneren Kräfte die drei der Randbedingungen 8), welche zu den Reaktionen der Befestigungen gehören, von selbst erfüllt sind, wenn man die Gleichgewichtsbedingungen 6) für die äußeren Kräfte berücksichtigt. Die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte reichen somit aus, diese zu bestimmen. Die Sache liegt ähnlich wie bei einem Fachwerk, welches nur die zur „Stabilität" nötige Anzahl von Stäben enthält. Man bezeichnet gewöhnlich ein solches Fachwerk als „statisch bestimmt". In dem gleichen Sinne könnte man das Spannungsproblem des „technischen" Balkens statisch bestimmt nennen[7]).

§ 2. Der krumme Balken.

Der krumme Balken wird ebenso wie der gerade Balken in der technischen Festigkeitslehre als ein Scheibengebilde aufgefaßt. Die Achse des Balkens ist eine ebene Kurve, auf ihr sitzen senkrecht die Querschnittscheiben auf. Führt man in der Ebene ein (x, y)-Koordinatensystem ein, so mögen

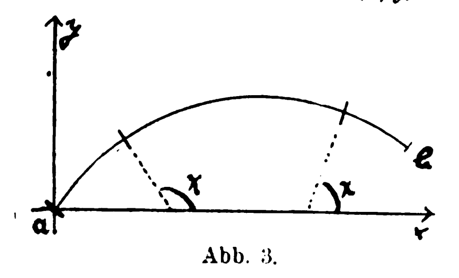


Abb. 3.

$$
9\text{a})\qquad x = x(s),\quad y = y(s)
$$

die Gleichungen der Balkenachse sein, wobei die Bogenlänge s der Kurve als Parameter eingeführt ist. Die Orientierung der Scheiben gegen dieses Koordinatensystem möge durch den Winkel

$$
9\text{b})\qquad \chi = \chi(s),
$$

den die Scheibe mit der x-Achse bildet, festgelegt sein[8]).

Bei Belastung mit äußeren Kräften wird eine Formänderung des Balkens eintreten; dabei werden die einzelnen Punkte der Balkenachse Verrückungen Δx, Δy erfahren und die einzelnen Scheiben sich je um einen Winkel $\Delta\chi$ drehen. Diese Verrückungskomponenten denken wir auch als Funktionen der Bogenlänge s. Es wird aber zweckmäßig sein, statt der Komponenten Δx, Δy der Verrückung der einzelnen Achsenpunkte nach den Koordinatenachsen die Komponenten dieser Verrückung nach der Tangente und Normale der Balkenachse, also

$$
10)\quad \left\{
\begin{aligned}
\Delta s &= \Delta x \cdot \frac{dx}{ds} + \Delta y \frac{dy}{ds} \\
\Delta u &= -\Delta x \frac{dy}{ds} + \Delta y \frac{dx}{ds}
\end{aligned}
\right.
$$

einzuführen, die zusammen mit $\Delta\chi$ die Verrückung festlegen.

Entsprechend diesen drei Verrückungskomponenten führen wir als innere Kräfte, welche an den Scheiben wirken, die folgenden drei ein: 1. eine Axialkraft $P(s)$, welche die Richtung der Balkenachse besitzt, 2. eine Transversalkraft $Q(s)$, senkrecht zur Balkenachse, und 3. ein inneres Moment $M(s)$, welches die Drehung der Scheiben gegeneinander zu verhindern sucht.

[5]) Darunter muß eine und nur eine der beiden Kräfte Π_a, Π_b sein, und es darf höchstens eine der beiden Kräfte K_a, K_b vorkommen.

[6]) Die erste Art der Befestigung entspricht dem sog. (einseitig) eingeklemmten Balken, die zweite dem beiderseits frei aufliegenden Balken der Technik.

[7]) Der Balken nach der Auffassung der Technik erscheint also hier im Gegensatz zum kontinuierlichen Körper der theoretischen Elastizitätslehre. Bei diesem beträgt die Anzahl der inneren Kräfte 6, nämlich die 6 Spannungskomponenten σ_x, σ_y, σ_z, τ_x, τ_y, τ_z, und die Anzahl der Gleichgewichtsbedingungen ist nur gleich drei, so daß diese zur Bestimmung der inneren Kräfte nicht ausreichen, also ein statisch unbestimmtes Problem vorliegt.

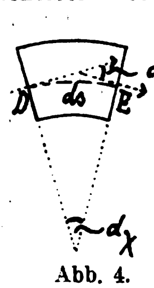
[8]) Im unbelasteten Zustande des Balkens ist also

$$
\operatorname{tg}\chi = -\frac{dx}{dy}.
$$

Soll die bei der Formänderung geleistete Arbeit dieser inneren Kräfte berechnet werden, so müssen aus den Verrückungskomponenten $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ die Formänderungsgrößen p, q, m bestimmt werden, was ein wenig komplizierte Ueberlegungen erfordert. Damit die Darstellung möglichst durchsichtig wird, möge zunächst vorausgesetzt werden, daß bei der Formänderung eine Drehung der Scheiben nicht stattfindet, daß also $\Delta\chi \equiv 0$ ist. Wird nun ein Balkenelement von der Länge ds betrachtet, und sind D und E die Punkte, in denen die Balkenachse die das Element begrenzenden Scheiben trifft, so seien $\Delta s, \Delta u$ die Verrückungskomponenten von D und $\Delta s + d\Delta s, \Delta u + d\Delta u$ die Verrückungskomponenten von E. Der Winkel, den die beiden Scheiben miteinander einschließen, ist $d\chi$, dieser Winkel ist gleich dem Winkel der Tangenten der Balkenachse in den Punkten D und E, und es gilt

$$\frac{d\chi}{ds} = \frac{1}{\rho}, \tag{11}$$

wobei ρ der Krümmungsradius der Balkenachse ist. Soll nun die Formänderungsgröße p bestimmt werden, welche durch die relative Verrückung der beiden Begrenzungsscheiben des Elements in Richtung der Tangente der Balkenachse im Punkte D bedingt ist, so muß man beachten, daß wegen der Krümmung der Balkenachse die axiale Verrückungskomponente $\Delta s + d\Delta s$ im Endpunkte E des Balkenelements eine andere Richtung als die axiale Verrückungskomponente im Anfangspunkte D des Elements besitzt. Die Komponente der Verrückung von E in Richtung der in D gezogenen Tangente der Balkenachse ist nach der Abb. 4 gleich


Abb. 4.

$$(\Delta s + d\Delta s)\cos d\chi - (\Delta u + d\Delta u)\sin d\chi$$

oder bei Vernachlässigung der unendlich kleinen Größen zweiter Ordnung gleich

$$\Delta s + d\Delta s - \Delta u\, d\chi,$$

und also ist die relative Verrückung der beiden Scheiben in dieser Richtung gleich

$$d\Delta s - \Delta u\, d\chi.$$

Da die Formänderungsgröße p gleich dieser relativen Verrückung, dividiert durch die Länge des Balkenelements ist, so ergibt sich mit Rücksicht auf 11)

$$p = \frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}.$$

Ganz analog ergibt sich die relative Verrückung der beiden Scheiben in Richtung der Normalen der Balkenachse im Punkte D gleich

$$\Delta s \cdot d\chi + d\Delta u$$

und daraus folgt die zugehörige Formänderungsgröße

$$q = \frac{\Delta s}{\rho} + \frac{d\Delta u}{ds}.$$

Wird nun die einschränkende Voraussetzung, daß $\Delta\chi = 0$ sein sollte, nachträglich aufgehoben, so ist genau wie beim geraden Balken zu beachten, daß infolge der Drehung des ganzen Balkenelements ds um den Punkt D um den Winkel $\Delta\chi$ eine relative Verrückung von E gegen D eintritt, deren Komponente in Richtung der Balkenachse gleich Null ist und deren Komponente senkrecht zur Balkenachse gleich

$$\Delta\chi\, ds$$

ist, ohne daß damit eine Formänderung des Elements verbunden wäre. Dieser Ausdruck ist also von der relativen Verrückung in Richtung der Balkennormalen bei Bildung der Formänderungsgröße zu subtrahieren, und es ergeben sich so allgemein die beiden folgenden

Abb. 5.

Beziehungen, welche die Formänderungsgrößen p und q mit den Verrückungskomponenten $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ verknüpfen:

$$\left\{\begin{aligned} p &= \frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho} \\ q &= \frac{\Delta s}{\rho} + \frac{d\Delta u}{ds} - \Delta\chi. \end{aligned}\right. \tag{12}$$

Dazu tritt noch als dritte Formänderungsgröße

$$m = \frac{d\Delta\chi}{ds}. \tag{12a}$$

Als **äußere Kräfte** werden auch hier kontinuierlich über die Balkenachse verteilte Kräfte und Einzelkräfte auf den beiden Begrenzungsscheiben a und b des Balkens eingeführt. Die kontinuierlichen Kräfte seien dadurch bestimmt, daß man in jedem Punkte der Balkenachse die Komponente in Richtung der Tangente $\Pi(s)$, die Komponente in Richtung der Normalen $K(s)$ und ein äußeres Moment $M(s)$ gegeben denkt. Entsprechend sind die Einzelkräfte auf den Begrenzungsscheiben gegeben durch Π_a, K_a, M_a bzw. Π_b, K_b, M_b.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen kann die Untersuchung des Gleichgewichtszustandes begonnen werden, dazu werde auch hier das **Prinzip der virtuellen Verrückungen** herangezogen. Bei einer virtuellen Verrückung $\delta\Delta s, \delta\Delta u, \delta\Delta\chi$ ist die von den kontinuierlichen **äußeren Kräften** geleistete Arbeit, bezogen auf die Längeneinheit der Balkenachse,

$$\Pi(s)\,\delta\Delta s + K(s)\,\delta\Delta u + M(s)\,\delta\Delta\chi \tag{13}$$

und entsprechend die Arbeit der äußeren Einzelkräfte

$$\left\{\begin{aligned} &\Pi_a\,\delta\Delta s_a + K_a\,\delta\Delta u_a + M_a\,\delta\Delta\chi_a, \\ &\Pi_b\,\delta\Delta s_b + K_b\,\delta\Delta u_b + M_b\,\delta\Delta\chi_b. \end{aligned}\right. \tag{13a}$$

Die **Arbeit der inneren Kräfte** ist dabei, bezogen auf die Längeneinheit der Balkenachse

$$P(s)\,\delta p + Q(s)\,\delta q + M(s)\,\delta m \tag{14a}$$

bzw., wenn für die Formänderungsgrößen ihre Ausdrücke 12) in den Verrückungskomponenten eingeführt werden,

$$P(s)\left(\frac{d\delta\Delta s}{ds} - \frac{\delta\Delta u}{\rho}\right) + Q(s)\left(\frac{\delta\Delta s}{\rho} + \frac{d\delta\Delta u}{ds} - \delta\Delta\chi\right) + M(s)\,\frac{d\delta\Delta\chi}{ds}. \tag{14b}$$

Sonach ergibt sich als Ansatz des Prinzips der virtuellen Verrückungen zur Kennzeichnung des Gleichgewichtszustandes die Beziehung:

$$\left\{\begin{aligned} 0 = {} & (\Pi_a\,\delta\Delta s_a + K_a\,\delta\Delta u_a + M_a\,\delta\Delta\chi_a) + \\ & + (\Pi_b\,\delta\Delta s_b + K_b\,\delta\Delta u_b + M_b\,\delta\Delta\chi_b) \\ & + \int_a^b (\Pi\,\delta\Delta s + K\,\delta\Delta u + M\,\delta\Delta\chi)\,ds - \\ & - \int_a^b \Big[P\left(\frac{d\delta\Delta s}{ds} - \frac{\delta\Delta u}{\rho}\right) + Q\left(\frac{\delta\Delta s}{\rho} + \frac{d\delta\Delta u}{ds} - \right. \\ & \left. - \delta\Delta\chi\right) + M\,\frac{d\delta\Delta\chi}{ds}\Big]\,ds. \end{aligned}\right. \tag{15}$$

Das letzte Integral stellt die bei der virtuellen Verrückung geleistete Formänderungsarbeit vor. Wird nun die virtuelle Verrückung zunächst so vorgenommen, daß keine Formänderung stattfindet, d. h. daß

$$\frac{d\delta\Delta s}{ds} - \frac{\delta\Delta u}{\rho} = 0, \quad \frac{\delta\Delta s}{\rho} + \frac{d\delta\Delta u}{ds} - \delta\Delta\chi = 0, \quad \frac{d\delta\Delta\chi}{ds} = 0 \tag{16}$$

ist, so ergeben sich die Bedingungen, welche für die äußeren Kräfte allein bestehen müssen. Die allgemeine Lösung dieser Gleichungen 16) ist

$$17)\quad \begin{cases} \delta\Delta s = c_1 \dfrac{dx}{ds} + c_2 \dfrac{dy}{ds} + c_3\left(-y\dfrac{dx}{ds} + x\dfrac{dy}{ds}\right), \\ \delta\Delta u = -c_1 \dfrac{dy}{ds} + c_2 \dfrac{dx}{ds} + c_3\left(y\dfrac{dy}{ds} + x\dfrac{dx}{ds}\right), \\ \delta\Delta\chi = c_3 \text{ [9]}, \end{cases}$$

worin die c willkürliche Konstanten sind. Demnach müssen die äußeren Kräfte die drei Bedingungen erfüllen:

$$18)\quad \begin{cases} \Pi_a\left(\dfrac{dx}{ds}\right)_a - \mathrm{K}_a\left(\dfrac{dy}{ds}\right)_a + \Pi_b\left(\dfrac{dx}{ds}\right)_b - \mathrm{K}_b\left(\dfrac{dy}{ds}\right)_b + \\ \qquad + \displaystyle\int_a^b\left(\Pi\frac{dx}{ds} - \mathrm{K}\frac{dy}{ds}\right)ds = 0 \\ \Pi_a\left(\dfrac{dy}{ds}\right)_a + \mathrm{K}_a\left(\dfrac{dx}{ds}\right)_a + \Pi_b\left(\dfrac{dy}{ds}\right)_b + \mathrm{K}_b\left(\dfrac{dx}{ds}\right)_b + \\ \qquad + \displaystyle\int_a^b\left(\Pi\frac{dy}{ds} + \mathrm{K}\frac{dx}{ds}\right)ds = 0 \\ \Pi_b\left(-y\dfrac{dx}{ds} + x\dfrac{dy}{ds}\right)_b + \mathrm{K}_b\left(y\dfrac{dy}{ds} + x\dfrac{dx}{ds}\right)_b + \\ \qquad + \mathrm{M}_a + \mathrm{M}_b + \\ \qquad + \displaystyle\int_a^b\left\{\Pi\left(-y\frac{dx}{ds} + x\frac{dy}{ds}\right) + \mathrm{K}\left(y\frac{dy}{ds} + \right.\right. \\ \qquad\qquad \left.\left. + x\dfrac{dx}{ds}\right) + \mathrm{M}\right\}ds = 0, \end{cases}$$

wobei die letzte Gleichung sich dadurch vereinfacht hat, daß der Anfangspunkt a der Balkenachse als Koordinatenanfangspunkt gewählt ist [10]. Diese Bedingungen sagen aus, daß die äußeren Kräfte ein System bilden, welches sich an einen starren Körper im Gleichgewicht halten würde.

Um die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte aufzustellen, muß in dem Ansatz 15) des Prinzips der virtuellen Verrückungen partiell integriert werden. Dadurch erhält diese Beziehung die Gestalt

$$19)\quad \begin{cases} 0 = (\Pi_a + P(s_a))\,\delta\Delta s_a + (\mathrm{K}_a + Q(s_a))\,\delta\Delta u_a + \\ \qquad + (\mathrm{M}_a + M(s_a))\,\delta\Delta\chi_a \\ \quad + (\Pi_b - P(s_b))\,\delta\Delta s_b + (\mathrm{K}_b - Q(s_b))\,\delta\Delta u_b + \\ \qquad + (\mathrm{M}_b - M(s_b))\,\delta\Delta\chi_b \\ \quad + \displaystyle\int_a^b\left\{\left(\Pi + \frac{dP}{ds} - \frac{Q}{\rho}\right)\delta\Delta s + \left(\mathrm{K} + \frac{dQ}{ds} + \frac{P}{\rho}\right)\delta\Delta u + \right. \\ \qquad \left. + \left(\mathrm{M} + \dfrac{dM}{ds} + Q\right)\delta\Delta\chi\right\}ds \end{cases}$$

und wegen der Willkürlichkeit der virtuellen Verrückungen $\delta\Delta s$, $\delta\Delta u$, $\delta\Delta\chi$ folgt hieraus, daß für jeden inneren Punkt der Balkenachse die drei Gleichgewichtsbedingungen

$$20)\quad \frac{dP}{ds} - \frac{Q}{\rho} + \Pi = 0, \quad \frac{dQ}{ds} + \frac{P}{\rho} + \mathrm{K} = 0, \quad \frac{dM}{ds} + Q + \mathrm{M} = 0$$

bestehen müssen [11], und daß für die beiden Begrenzungsscheiben die Randbedingungen

$$21)\quad \begin{cases} P(s_a) + \Pi_a = 0, \; Q(s_a) + \mathrm{K}_a = 0, \; M(s_a) + \mathrm{M}_a = 0 \\ P(s_b) - \Pi_b = 0, \; Q(s_b) - \mathrm{K}_b = 0, \; M(s_b) - \mathrm{M}_b = 0 \end{cases}$$

gelten müssen. Drei von den äußeren Einzelkräften $\Pi_a, \ldots, \mathrm{M}_b$ können vorgegeben werden. Die Gleichgewichtsbedingungen 20) und die drei zugehörigen Randbedingungen 21) bestimmen dann die inneren Kräfte P, Q, M eindeutig. Die drei übrigen Randbedingungen 21) sind dabei wegen der Gleichgewichtsbedingungen 18) für die äußeren Kräfte von selbst erfüllt.

Auch beim krummen Balken wird man jede Bewegung, die der Balken als starrer Körper ausführen könnte, durch eine geeignete Befestigung verhindern, dann werden, wenn die Formänderung unbeschränkt möglich bleibt, drei der Einzelkräfte $\Pi_a, \ldots, \mathrm{M}_b$ als **Reaktionen** der Befestigungen angesehen werden, die kontinuierlichen Kräfte und die übrigen drei Einzelkräfte als **Aktivkräfte**. Die gegebenen Aktivkräfte bestimmen die inneren Kräfte eindeutig, die Reaktionen sind aus den Gleichgewichtsbedingungen 18) für die äußeren Kräfte zu entnehmen [12].

§ 3. Einführung der Hookeschen Beziehungen für den Balken. Die Formänderungsarbeit.

Sollen aus den inneren Kräften P, Q, M, welche aus den Gleichgewichtsbedingungen errechnet sind, die elastischen Verrückungen Δs, Δu, $\Delta\chi$ ermittelt werden, d. h. soll nach Erledigung des Spannungsproblems das Formänderungsproblem angegriffen werden, so muß man wissen, wie die inneren Kräfte P, Q, M mit den Formänderungsgrößen p, q, m zusammenhängen. Gemäß dem Hookeschen Gesetze muß dieser Zusammenhang ein linearer sein. Die direkte Suche nach den Konstanten dieser linearen Beziehungen muß notwendig zu der Frage führen, wie denn die technische Balkentheorie die elastische Bindung der benachbarten starren Querschnittscheiben denkt. Eine dafür aufgestellte Theorie müßte die gesuchten Beziehungen liefern. Allgemein wird man, ohne noch irgendwie ins einzelne zu gehen, sagen können, daß die gesuchten Konstanten keineswegs allein von den elastischen Eigenschaften des Stoffes, aus dem der Balken hergestellt ist, abhängen werden, sondern

---

9) Die dritte der Gleichungen 16) liefert sogleich $\delta\Delta\chi = c_3$. Führt man diesen Wert in die zweite der Gleichungen ein und ersetzt in ihr gleichzeitig $\delta\Delta u$ durch den aus der ersten Gleichung zu berechnenden Wert, so ergibt sich für $\delta\Delta s$ die folgende lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung

$$\frac{d}{ds}\left(\rho\frac{d\delta\Delta s}{ds}\right) + \frac{\delta\Delta s}{\rho} = c_3.$$

Eine Partikularlösung dieser Gleichung ist

$$\delta\Delta s = c_3\left(-y\frac{dx}{ds} + x\frac{dy}{ds}\right),$$

denn, wegen

$$\frac{d^2x}{ds^2} = -\frac{1}{\rho}\frac{dy}{ds}, \quad \frac{d^2y}{ds^2} = \frac{1}{\rho}\frac{dx}{ds}$$

ist

$$\frac{d\delta\Delta s}{ds} = c_3\left(-y\frac{d^2x}{ds^2} + x\frac{d^2y}{ds^2}\right) = \frac{c_3}{\rho}\left(x\frac{dx}{ds} + y\frac{dy}{ds}\right)$$

und somit

$$\frac{d}{ds}\left(\rho\frac{d\delta\Delta s}{ds}\right) = c_3\left(1 + x\frac{d^2x}{ds^2} + y\frac{d^2y}{ds^2}\right),$$

andrerseits der zweite Term der Differentialgleichung

$$\frac{\delta\Delta s}{\rho} = c_3\left(x\frac{1}{\rho}\frac{dy}{ds} - y\frac{1}{\rho}\frac{dx}{ds}\right) = -c_3\left(x\frac{d^2x}{ds^2} + y\frac{d^2y}{ds^2}\right).$$

Die zugehörige homogene lineare Differentialgleichung

$$\frac{d}{ds}\left(\rho\frac{d\delta\Delta s}{ds}\right) + \frac{\delta\Delta s}{\rho} = 0$$

besitzt, wie man sofort bestätigt, die beiden Partikularlösungen

$$\delta\Delta s = \frac{dx}{ds} \text{ und } \delta\Delta s = \frac{dy}{ds}.$$

Sonach ist die allgemeine Lösung der linearen Differentialgleichung der oben angegebene Wert von $\delta\Delta s$. Für $\delta\Delta u$ folgt dann aus der ersten Gleichung 16) unmittelbar der oben angegebene Ausdruck.

Die Gestalt der Ausdrücke 17) läßt erkennen, daß sich die virtuelle Verrückung aus einer Verschiebung parallel zur x-Achse, aus einer Verschiebung parallel zur y-Achse und aus einer Drehung um den Koordinatenanfangspunkt zusammensetzt. Es ist also die allgemeinste Verrückung, bei der der Balken sich wie ein starrer Körper verhält.

10) Die mechanische Bedeutung dieser Bedingungsgleichungen ist offensichtlich die, daß für die Gesamtheit der äußeren Kräfte die Komponente in Richtung der x-Achse und y-Achse sowie das Moment um den Anfangspunkt gleich Null ist.

11) Vgl. E. Winckler, Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag 1867, S. 269.

12) Alle in diesem Paragraphen für den krummen Balken abgeleiteten Beziehungen gehen in die im vorigen Paragraphen für den geraden Balken gewonnenen Ergebnisse über, wenn $\rho = \infty$ gesetzt wird.

daß dabei auch, wie man unmittelbar erkennt, die Größe und Gestalt der Querschnittscheiben und die Krümmung der Balkenachse eine Rolle spielen werden.

Die technische Balkentheorie hat eine solche direkte Ueberlegung nicht angestellt, sie hat vielmehr an die allgemeine Elastizitätstheorie dadurch Anschluß genommen, daß sie durch besondere Hypothesen aus den inneren Kräften P, Q, M für eine Querschnittscheibe eine Spannungsverteilung im Querschnitt bestimmte, d. h. für jeden Punkt des Querschnitts die sechs Spannungskomponenten der theoretischen Elastizitätslehre $\sigma_x, \ldots, \tau_z$ aus den inneren Kräften P, Q, M vermöge dieser Hypothesen zu berechnen lehrte. Dabei nahm sie keinen Anstoß daran, daß die Spannungsverteilung, welche diese Hypothesen einführten, nach den Grundgesetzen der theoretischen Elastizitätslehre im Widerspruch steht zu der Voraussetzung, daß die Querschnittscheiben eben bleiben sollen. Sind durch diese Annahmen in jedem Punkte des Balkens die Spannungskomponenten $\sigma_x, \ldots, \tau_z$ bekannt, so kann man die Formänderungsgrößen $\varepsilon_x, \ldots, \gamma_z$ für jeden Punkt des Balkens gemäß dem allgemeinen Ansatz der theoretischen Elastizitätslehre sofort angeben. Aus diesen Formänderungsgrößen $\varepsilon_x, \ldots, \gamma_z$ der Elastizitätstheorie des kontinuierlichen Körpers leitet man nun durch umgekehrte Ueberlegungen, wie sie bei der Bestimmung der $\sigma_x, \ldots, \tau_z$ aus den P, Q, M angestellt wurden, die hier benutzten Formänderungsgrößen p, q, m des Balkens her und gelangt damit schließlich zu den gewünschten Beziehungen, welche die inneren Kräfte P, Q, M mit den Formänderungsgrößen p, q, m verknüpfen. Winckler erhielt auf diesem Wege die beiden Beziehungen[13])

$$22)\qquad \begin{cases} p = \dfrac{1}{EF}\left(P + \dfrac{M}{\rho}\right) \\ m = \dfrac{M}{EZ} + \dfrac{1}{E \cdot F \cdot \rho}\left(P + \dfrac{M}{\rho}\right), \end{cases}$$

worin E der sog. Youngsche Elastizitätsmodul des Balkenstoffes, F der Querschnitt des Balkens, d. h. der Flächeninhalt der Scheiben, und ρ natürlich der Krümmungsradius der Balkenachse ist. Die Größe Z ist der sog. Krümmungsmodul, er ist von der Gestalt des Querschnitts und der Krümmung der Balkenachse abhängig; für $\rho = \infty$, d. h. wenn der krumme Balken in den geraden Balken übergeht, wird er gleich dem Trägheitsmoment des Querschnitts in bezug auf die Gerade durch den Achsenpunkt senkrecht zur (x, y)-Ebene. Für den geraden Balken werden so die beiden Beziehungen 22) zu

$$22\text{a})\qquad p = \frac{P}{E \cdot F}, \quad m = \frac{M}{E \cdot J}.$$

Die Formänderungsgröße q vernachlässigt man in der Regel, insbesondere beim krummen Balken. Berücksichtigt man sie, was beim geraden Balken häufiger geschieht, so setzt man an

$$23)\qquad q = \varkappa \frac{Q}{G \cdot F},$$

worin G der Schubmodul des Balkenstoffes und $\varkappa$ ein Faktor ist, der von der Gestalt des Querschnitts abhängt. Will man q auch beim krummen Balken beibehalten, was in der technischen Praxis sehr selten geschieht, so empfiehlt Müller-Breslau[14]), den gleichen Ansatz 23) zu machen. Auch Castigliano[15]), der übrigens immer die Formänderungsgröße q beim Balken beibehält, macht den Ansatz 23) für den geraden wie für den krummen Balken.

[13]) E. Winckler, Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag 1867, S. 270. — Vgl. auch H. Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, 4. Auflage, Leipzig 1913, S. 252.

[14]) H. Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen II², Leipzig 1908, S. 511.

[15]) A. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, chap. IV.

Im übrigen setzt Castigliano auch für den krummen Balken die Beziehungen zwischen den Formänderungsgrößen p, m und den inneren Kräften P, M in der einfachen Form 22a) an, die für den geraden Balken gelten. Diese Art des Vorgehens, die Beziehungen, welche für den geraden Balken gelten, ohne weiteres auch für den krummen Balken als gültig vorauszusetzen, ist übrigens in der Technik weitverbreitet und wird stets unbedenklich angewandt, wenn der Krümmungsradius nicht gar zu klein ist. Der Allgemeinheit halber sollen aber hier die Ueberlegungen mit den allgemeinen Beziehungen 22) weitergeführt werden. Löst man sie nach den inneren Kräften auf, so ergibt sich

$$24)\qquad \begin{cases} P = E \cdot Fp - \dfrac{EZ}{\rho}\left(m - \dfrac{p}{\rho}\right) \\ Q = \dfrac{G \cdot F}{\varkappa}\, q \\ M = E \cdot Z\left(m - \dfrac{p}{\rho}\right). \end{cases}$$

Im Anschluß an diese Ausführungen soll die **Formänderungsarbeit** berechnet werden, welche zu den elastischen Verrückungen $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ gehört. Sind beim Eintritt der elastischen Formänderung während des Aufbringens der äußeren Kräfte in einem Augenblick die Verrückungen $\overline{\Delta s}, \overline{\Delta u}, \overline{\Delta\chi}$ erreicht, zu denen die Formänderungsgrößen $\overline{p}, \overline{q}, \overline{m}$ und die inneren Kräfte $\overline{P}, \overline{Q}, \overline{M}$ gehören, so ist beim Uebergang zu einem Nachbarzustand $\overline{\Delta s} + d\overline{\Delta s}$, $\overline{\Delta u} + d\overline{\Delta u}$, $\overline{\Delta\chi} + d\overline{\Delta\chi}$ an der Längeneinheit des Balkens die Formänderungsarbeit

$$\overline{P}\, d\overline{p} + \overline{Q}\, d\overline{q} + \overline{M}\, d\overline{m}$$

zu leisten, wie oben in Gleichung 14a) gezeigt wurde. Führt man hierin für die inneren Kräfte ihre Ausdrücke 24) durch die Formänderungsgrößen ein, so wird dies Differential zu

$$\left[EF\overline{p} - \frac{EZ}{\rho}\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right)\right] d\overline{p} + \frac{GF}{\varkappa}\, \overline{q}\, d\overline{q} + {}$$
$$+ EZ\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right) d\overline{m}$$

oder

$$EF\overline{p}\, d\overline{p} + \frac{GF}{\varkappa}\, \overline{q}\, d\overline{q} + EZ\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right)\left(d\overline{m} - \frac{d\overline{p}}{\rho}\right).$$

Um die gesamte Formänderungsarbeit für die Längeneinheit zu erhalten, welche beim Uebergang des Balkens aus dem ungespannten Zustand in den Endzustand $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ geleistet wird, ist dieses Differential von $\overline{p} = \overline{q} = \overline{m} = 0$ bis $\overline{p} = p$, $\overline{q} = q$, $\overline{m} = m$ zu integrieren

$$\int\limits_{0,0,0}^{p,q,m} \left\{EF\overline{p}\, d\overline{p} + \frac{GF}{\varkappa}\, \overline{q}\, d\overline{q} + EZ\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right) d\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right)\right\}.$$

Der Integrand ist aber ein exaktes Differential, nämlich das Differential der Funktion

$$\psi(\overline{p}, \overline{q}, \overline{m}) = \frac{1}{2}\left\{EF\overline{p}^2 + \frac{GF}{\varkappa}\, \overline{q}^2 + EZ\left(\overline{m} - \frac{\overline{p}}{\rho}\right)^2\right\},$$

folglich ist die Formänderungsarbeit der Längeneinheit des Balkens gleich

$$25)\quad \psi(p, q, m) = \frac{1}{2}\left\{EFp^2 + \frac{GF}{\varkappa}\, q^2 + EZ\left(m - \frac{p}{\rho}\right)^2\right\}.$$

Nach der Herleitung ist selbstverständlich, daß die inneren Kräfte P, Q, M die partiellen Ableitungen der Formänderungsarbeit ψ nach den Formänderungsgrößen p, q, m sind

$$26)\qquad P = \frac{\partial\psi}{\partial p}, \quad Q = \frac{\partial\psi}{\partial q}, \quad M = \frac{\partial\psi}{\partial m},$$

wie sich auch durch Vergleich mit 24) bestätigt. Da ferner ψ homogen von zweiter Ordnung ist, folgt weiter

$$27)\qquad 2\psi = Pp + Q \cdot q + M \cdot m.$$

Werden hier noch auf der rechten Seite p, q, m vermöge der Beziehungen 22) und 23) durch P, Q, M ersetzt, so erhält man die Formänderungsarbeit als Funktion der inneren Kräfte in der Gestalt

$$28)\qquad \bar{\psi}(P, Q, M) = \frac{1}{2}\left\{\frac{1}{EF}\left(P + \frac{M}{\rho}\right)^2 + \frac{\varkappa}{G \cdot F} Q^2 + \frac{1}{EZ} M^2\right\}^{16)},$$

woraus noch die zu 26) analogen Beziehungen

$$29)\qquad p = \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial P}, \quad q = \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial Q}, \quad m = \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial M}$$

folgen.

Die Formänderungsarbeit des **g a n z e n** Balkens besitzt entsprechend 25) und 28) die beiden Darstellungen

$$30a)\qquad \Psi = \int_a^b \psi(p, q, m)\, ds^{17)}$$

und

$$30b)\qquad \Psi = \int_a^b \bar{\psi}(P, Q, M)\, ds.$$

---

[16] Diesen Ausdruck (unter Fortlassung des mittleren, die Transversalkraft enthaltenden Gliedes) verwendet z. B. H. Müller-Breslau, Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, 4. Aufl., Leipzig 1913, S. 246 ff.

[17] Für den geraden Balken ($\rho = \infty$, $Z = J$) erhält der Ausdruck 30a) der Formänderungsarbeit die Gestalt

$$\Psi = \frac{1}{2}\int_a^b \left\{EF\left(\frac{d\Delta x}{dx}\right)^2 + \frac{GF}{\varkappa}\left(\frac{d\Delta y}{dx} - \Delta\chi\right)^2 + EJ \cdot \left(\frac{d\Delta\chi}{dx}\right)^2\right\} dx.$$

In der Technik betrachtet man nun in der Regel nur solche Belastungen, für welche der äußere Längszug $\Pi(x) \equiv 0$ und auch die Einzelkräfte $\Pi_a = \Pi_b = 0$ sind. Daraus folgt aber nach den Gleichgewichtsbedingungen 7) und 8), daß die innere Längskraft $P(x) = 0$ und also auch $p = \frac{d\Delta x}{dx} = 0$ ist; es fällt somit das erste Glied in diesem Ausdruck der Formänderungsarbeit fort. Weiter aber nimmt man in der Regel, wie bereits oben hervorgehoben wurde, die Formänderungsgröße

$$q = 0$$

an, d. h. man setzt

$$\Delta\chi = \frac{d\Delta y}{dx}.$$

Bei dieser Voraussetzung fällt in dem Integranden auch das zweite Glied heraus, und der Ausdruck für die Formänderungsarbeit lautet

$$30c)\qquad \Psi = \frac{E \cdot J}{2}\int_a^b \left(\frac{d^2\Delta y}{dx^2}\right)^2 dx.$$

In dieser Gestalt wird er z. B. verwendet bei A. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. 5, Leipzig 1907, S. 278.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Der Ausbau der Innwasserkräfte.

Dr. phil. Dr. oec. publ. Zahnbrecher, Mitglied des bayerischen Landtags, München.

Die Kohlennot wird in Zukunft wohl eine der bedeutendsten Schwierigkeiten sein, mit denen die bayerische und österreichische, insbesondere Tiroler Volkswirtschaft zu rechnen haben wird.

Durch die Besetzung des Saargebietes, die Bedrohung der oberschlesischen Kohlengebiete, die überaus großen Erschwernisse, böhmische Kohle nach Bayern oder nach Deutschösterreich, insbesondere nach Tirol zu bringen, durch die fortwährend steigenden Löhne für Kohlenarbeiter, wird eine hohe Verteuerung der Kohle auf die Dauer mit Sicherheit zu erwarten sein. Infolgedessen muß mit allem Nachdruck auf die Ausnutzung unserer heimischen Wasserkräfte hingewirkt werden. Der Finanzausschuß des bayerischen Landtages hat kürzlich 115 Millionen Mark allein für den Ausbau der Mittleren Isar zwischen München und Moosburg genehmigt. Auf dieser Strecke werden ca. 86 000 P. S. mit etwa 502 Millionen KW.-Std. jährlich erzeugt.

Der Ausbau der bayerischen Isar-, Lech-, Amper- und Innkräfte wird nun mit Hochdruck seitens der bayerischen Staatsregierung und seitens aller Parteien des bayerischen Landtages betrieben. Man geht hierbei nicht zuletzt von der Berechnung aus, daß es doch viel vernünftiger ist, sofort Arbeitslose zu umfangreichen Notstandsbauten und zum Ausbau der wichtigsten Wasserkräfte heranzuziehen, auch wenn der Ausbau jetzt erheblich teuerer sein mag, als wie dies früher der Fall war, als etwa abzuwarten, bis alle möglichen Erwägungen abgeschlossen sind, und bis dahin ungezählte Millionen als Arbeitslosenunterstützung zu bezahlen. Die Arbeiterschaft will in der überwiegenden Mehrzahl kein Almosen, sondern will Arbeit bei anständiger Bezahlung und bei ordentlicher Behandlung.

Für den **A u s b a u d e s I n n s i n B a y e r n** sind eine Reihe Studiengesellschaften bereits ins Leben gerufen worden, die seit längerer Zeit äußerst erfreuliche Ergebnisse durch ihre Studien gezeitigt haben. Es sind dies folgende Gesellschaften:

1. Oberinn G. m. b. H., München, Theatinerstraße 15, welche die Verwertung des Inns von der Landesgrenze bis Wasserburg übertragen erhielt.
2. Gesellschaft für den Ausbau des Mittleren Inns (Innwerk, Bayerische Aluminium-Aktiengesellschaft München, Ludwigstraße 14), welche die Verwertung des Inns von Wasserburg bis zur Salzach-Mündung übernimmt und
3. das Unterinn-Syndikat München, (Arcisstraße 10), welches die Verwertung von der Salzach-Mündung bis Passau zu besorgen hat.

Damit sind sämtliche Gefällstrecken des Inns von der Landesgrenze bis Passau voll vergeben. Die Mitglieder der genannten Gesellschaften sind das Deutsche Reich, der bayerische Staat, die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin, die Siemens-Schuckert-Werke Berlin, die Aluminiumwerke Giulini, fast sämtliche bayerische Banken, große deutsche Banken, chemische und metallurgische Fabriken, Stickstoffwerke und eine weitere Anzahl größter deutscher Firmen.

Die Zusammensetzung der Gesellschaften läßt den Schluß zu, daß mit dem tatsächlichen Ausbau des Inns in großzügigster Weise in der nächsten Zeit schon begonnen werden kann und daß der Inn in etwa 3 Jahren vollständig ausgebaut sein wird.

Sämtliche Gesellschaften dürften insgesamt 580 000 P. S. max. und etwa 372 000 P. S. im Jahresmittel erzeugen. Um die praktische Bedeutung und den volkswirtschaftlichen Wert dieser Zahlen der Allgemeinheit verständlich machen zu können, darf vielleicht vergleichsweise angeführt werden, daß auf der Basis von 372 000 P. S. mittel pro Jahr rd. 2,2 Milliarden KW.-St. erzeugt werden, das gibt rund 2,2 Millionen Tonnen Kohlen = 220 000 Eisenbahnwaggons pro Jahr. Es ist jedermann klar, daß es eine ausgesprochene Verschwendung wäre, wenn mit dem Ausbau der Wasserkräfte des Inns auch nur eine Stunde gezögert würde, da wir an Rohstoffen und Kohle blutarm

geworden sind. Es ist deshalb im Interesse Bayerns und der angrenzenden befreundeten Länder, Tirol, Salzburg und Oberösterreich gelegen, daß sofort gemeinschaftliche Kommissionen gebildet werden, die von den beteiligten Ländern mit weitgehenden Machtvollkommenheiten ausgestattet werden, damit mit dem Ausbau der Wasserkräfte so rasch wie möglich begonnen werden kann. Inzwischen werden wohl die beteiligten Studiengesellschaften ihre technischen Berechnungen und Pläne soweit fertiggestellt haben, daß bei den kommissarischen Verhandlungen zwischen den beteiligten Ländern sämtliche Unterlagen vorgelegt und geklärt werden können.

Es dürfte fernerhin dringend erwünscht sein, wenn Parlamentarier und Techniker, Volkswirte und Arbeiter, Industrielle und Handwerker, Bauern und Vertreterinnen von Hausfrauen-Organisationen in den Städten München, Rosenheim, Salzburg, Linz, Passau, Kufstein und Innsbruck gemeinschaftliche Besprechungen abhalten würden, um über die schwebenden Projekte sich Aufklärung zu verschaffen.

Der Ausbau des Oberinns zwischen Kufstein und Rosenheim ergibt insofern gewisse Schwierigkeiten, als in der Strecke zwischen Ottokapelle bei Kiefersfelden und dem Ort Einöden nördlich von Erl die bayerische und Tiroler Grenze in der Mitte des Innstromes verläuft (etwa eine Strecke von 13 ^{km}).

Es schweben nun seit einem Jahre Verhandlungen zwischen Tirol bzw. der österreichischen Regierung in Wien einerseits, andrerseits der auf Anregung der bayerischen Staatsregierung gebildeten Studiengesellschaft Oberinn G. m. b. H., zwecks gemeinschaftlichen Vorgehens und raschesten Abbaues der Strecke. Es wäre lebhaft zu wünschen, wenn im beiderseitigen Interesse sowohl zugunsten Tirols als auch zugunsten Bayerns der Abschluß der Verhandlungen mit größter Beschleunigung erfolgen würde. Diese Innstrecke von Kufstein bzw. Kiefersfelden bis Einöden nördlich von Erl kann überhaupt nur im gemeinschaftlichen Zusammengehen einerseits zwischen Bayern, andrerseits zwischen Tirol ausgebaut werden. Falls die Verhandlungen hinausgezögert würden, so würde das weder im bayerischen noch im Tiroler Interesse gelegen sein. Da in Deutschland die Kohlennot und die Not in Rohstoffen eine geradezu beängstigende geworden ist, ist die bayerische Staatsregierung und nicht die bayerische Industrie gezwungen, rasch Abhilfe zu schaffen. Falls Tirol in der nächsten Zeit sich nicht sollte entschließen können, einen gemeinschaftlichen Kraftverwertungsvertrag abzuschließen, bei welchem es kein Risiko, aber große Vorteile zu erwarten hätte, so müßte Bayern bzw. die Studiengesellschaft Oberinn selbständig vorgehen und naturgemäß in diesem Falle den Inn erst ab Einöden, also von jener Stelle ab, an der der Inn nicht mehr die Grenze zwischen Bayern und Tirol darstellt, zur völligen Ausnutzung übernehmen. In diesem Falle würde die Innstrecke ab Ottokapelle bis Einöden, später auch von Tirol nicht mehr ausgenutzt werden können, da die technischen Anlagen naturgemäß auf vollständig veränderter Grundlage erfolgen müßten. Es würde dies einen dauernden Verlust max. 30 000 P. S., also bei 8500 Betriebsstunden im Jahre ungefähr 120 Millionen KW.-St. oder in Kohle umgerechnet ungefähr 120 000 Tonnen Verlust pro Jahr bedeuten. Da ein Zentner Kohle derzeit beinahe 5 M. kostet, im großen wohl dauernd mit einem Preis von 3 M. pro Zentner gerechnet werden muß, wäre dies ein dauernder Verlust pro Jahr von insgesamt 7 Millionen Mark für das Gebiet der sogenannten Gemeinschaftsstrecke, also für 13 ^{km}. Hierbei ist noch nicht berücksichtigt, daß mit den 30 000 P. S. durch Speisung großzügiger Fabrikanlagen noch ein großer wirtschaftlicher dauernder Wert entstehen würde.

Für Tirol allein dürfte bei obengenannten Zahlen die Hälfte in Frage kommen, so daß für Tirol eine Nutzung von 15 000 P. S., also bei 8500 Betriebsstunden im Jahre ungefähr 60 Millionen KW.-St. oder in Kohle umgerechnet, 60 000 Tonnen = über $3^{1}/_{2}$ Millionen Mark pro Jahr verloren wären, falls eine Einigung zwischen Bayern und Tirol nicht erzielt würde.

Zweifellos wird dieser große wirtschaftliche Verlust, der mit jeder Hinauszögerung entsteht, sowohl in Bayern wie in Tirol den Wunsch aller beteiligten Kreise und Behörden auf das energischste vertiefen, so rasch wie möglich mit dem Ausbau der Gemeinschaftsstrecke zu beginnen. Staatsrechtliche Formalitäten, Kompetenzstreitigkeiten usw. sollen keinerlei entscheidende Rolle spielen, über die Verteilung der gewonnenen Kraftmenge wird man sich rasch einigen, wenn man gewisse Grundsätze ein für allemal festgelegt hat. Auch für den Inn, von der Salzachmündung bis Passau bzw. auch entlang der Salzach von der Mündung in den Inn bei Braunau-Burghausen bis hinauf nach Salzburg (gemeinsame Grenze) soll rasch alles Formale erledigt werden. Die Hauptsache ist, daß die Zeit der Arbeitslosigkeit benutzt wird, um anstatt unproduktive Arbeitslosenunterstützung zu zahlen, so rasch wie möglich lohnende, gutbezahlte Arbeit zwecks dauernder produktiver Ausnutzung und Verwertung unserer Bodenkräfte und Bodenschätze sicherzustellen. Es ergeht hiermit an die beteiligten Stellen in Bayern, in Tirol und in Oesterreich überhaupt, vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus die dringende Bitte, so rasch wie möglich an die praktische Arbeit heranzugehen, denn nur wer praktische Werte schafft und den verarmten Ländern Arbeitsgelegenheit gibt, wer also Arbeit schafft, der handelt staatsmännisch, weitblickend und sozial.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsbericht.

Vereinsversammlung vom 7. Mai 1919, abends 8 Uhr.

Vorsitzender: Herr Schleyer, Schriftf.: Herr Hölscher.

Anwesend: 19 Mitglieder.

Das Protokoll der letzten Mitgliederversammlung wird verlesen und genehmigt.

Auf den Bund kriegsbeschädigter Akademiker wird hingewiesen. Desgleichen auf das Bürgerhauswerk. Alle Mitglieder werden gebeten, Material zu sammeln, damit das Werk, wenn auch in bescheidenerem Umfange, als ursprünglich geplant, erscheinen kann. — Herr Schleyer teilt mit, daß er mit dem Vorsitzenden des B. D. A. unverbindliche Besprechung gehabt habe zwecks engeren Zusammengehens oder Zusammenschlusses des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover mit dem B. D. A. und hofft auf erfolgreiche Fortsetzung der angebahnten Verhandlungen.

Die Vereinigung zur Bekämpfung des Bolschewismus ersucht um Bekanntmachung ihrer Bestrebungen und Organisation. Die Versammlung nimmt davon Kenntnis, nachdem Herr Taaks ernste Worte zur Sache gesprochen. — Der Frankfurter Architekten-Verein hat den Verbandsvorstand aufgefordert, bei den Behörden dahin zu wirken, daß weniger öffentliche als beschränkte Wettbewerbe ausgeschrieben würden. Der Vorstand des Verbandes empfiehlt, das Vorgehen in dieser Sache den Einzelvereinen zu überlassen. — Die Herren Privatdozenten Dr. Prange (Hannover) und Reg.-Bauführer Hogrefe (Verden) werden

als Mitglieder aufgenommen. — Als Vertreter des Vereins bei der Abgeordneten-Versammlung des Verbandes am 22. und 23. August d. J. in Bamberg werden gewählt die Herren Schleyer und Nessenius. — In den Vorstand des Bundes der technischen Berufsstände wird als dauernder Vertreter des Vereins Herr De Jonge abgeordnet. — Zur Versammlung des Bundes technischer Berufsstände im Juni d. J. in Nürnberg soll von uns kein Vertreter entsendet, sondern, nachdem der Vorstand des Vereins die Tagesordnung geprüft hat, die Stimme gegebenenfalls dem Vorstande des Bundes übertragen werden. — In den Ausschuß des Bundes bildender Künstler sollen entsandt werden die Herren: Börgemann, Kanold, Michel, Halmhuber, Heise, Kaiser, Martens, Schack, Grüning und Franzius. — Der Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine hat eine Abrechnung vorgelegt, die mit einem Vermögensbestande von 13200 M. abschließt. — Der erste Teil des vom Verbande aufgestellten Entwurfs zu einer neuen Gebührenordnung für Architekten und Ingenieure wird nach dem Berichte des Herrn Schleyer zur Kenntnis genommen und findet allgemeinen Beifall.

Betreffend die Vorschläge des Verbandes zur Aufstellung einer Schiedsgerichtsordnung weist Herr Taaks darauf hin, daß in gewissen Industrien parteiische sog. Sachverständige sich ein Gewerbe aus ihrer Schiedsrichtertätigkeit machten, wogegen die Zivilprozeßordnung nicht genügend Handhaben böte. Es wird darauf eine Kommission, bestehend aus den Herren Muttray, Taaks, Demmig, Schleyer und Bock, gewählt, die untersuchen soll, ob der Verein die Vorschläge des Verbandes annehmen kann.

Zu der geplanten Festlegung der Bezeichnung „Ingenieur" hat der Verband ziemlich eng umschriebene Grenzen vorgeschlagen. Der Verein steht auf dem Standpunkt, daß diese zu eng seien. Man müsse den tatsächlichen Verhältnissen insofern Rechnung tragen, als auch Männern, die ohne eine volle akademische Laufbahn hinter sich zu haben, doch eine leitende Stelle als „Ingenieur" bekleiden, die Bezeichnung „Ingenieur" durch irgendeine Behörde oder Instanz muß zugesprochen werden können.

Im Anschluß an seinen Vortrag vom 23. Oktober 1918 spricht Herr Nußbaum über Mauern mit Hohlschichten und über Lehmmauern, woran sich eine anregende Aussprache schließt. Herr De Jonge lädt darauf die Mitglieder zu einer Besichtigung der Notstandshäuser ein, die die Stadt beim Bahnhof Leinhausen aus Zementsteinen mit Hohlschichten und aus Lehmstampfung hergestellt hat.

Schluß der Versammlung um 11 1/4 Uhr.

Zeitschriftenschau.

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. v. Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Zur Berechnung der Pfahlroste; von O. Henkel. (Schluß; s. **1919**, S. 25.) Der Einfluß der Kräfte N und H, die senkrecht auf die Pfähle oder in der Ebene der Gründungssohle wirken, auf den Pfahlrost wird besprochen, auch wird eine Berechnung mitgeteilt für den Fall, daß der Pfahlrost nur einen Teil der Bauwerklast zu tragen hat. Die entwickelten Formen werden auf Beispiele angewendet. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 21, S. 120, Beibl. d. Deutsch. Bauz. 1918.)

Tunnelbau.

Tunnelbau unter Wasser; von Haag. Die verschiedenen Verfahren beim Treptower Spreetunnel in Berlin, beim Hamburger Elbtunnel und beim Holtenauer Tunnel unter dem Kaiser-Wilhelm-Kanal werden besprochen, wobei auf die Gefahren hingewiesen wird, die bei dieser Art des Vorgehens bei plötzlichen Luftausbrüchen entstehen können, wenn man sich dabei auf die Luftdichtigkeit des den Tunnel überdeckenden Bodens verläßt. Bei Anwendung von Arbeitskammern, wie sie im Grundbau üblich sind, die also ringsum geschlossen und überdeckt sind und nur unter den Unterkanten der Seitenwände verhältnismäßig wenig von der eingepumpten Druckluft entweichen lassen können, wird eine größere Sicherheit den Arbeitern geboten. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1919, S. 57.)

Verbindung von Untergrund-Tunnelröhren im Schwimmsande. Auf der Neuyorker Untergrundbahn mußten die im Schwimmsande befindlichen beiden Tunnelröhren für die Haltestelle an der Henry-Str. miteinander verbunden werden. Beschreibung des Bauvorganges. — Mit Abb. (Engng. 1918, II, S. 183.)

Ein zweistöckiger Straßentunnel zwischen Neuyork und Neujersey wird geplant. Der zylindrische Tunnel soll 12,8 m Durchmesser erhalten. Die Straßenbreite wird 7,45 m betragen; die untere Straße soll den Verkehr in der einen, die obere in der entgegengesetzten Richtung aufnehmen. Da die beiden übereinander liegenden Straßen in einen rechteckigen Kasten eingeschlossen werden, entstehen zwischen diesem und den Wandungen des Tunnelrohres hohle Kreisabschnitte, die zur Zuführung frischer Luft bzw. zur Abführung der verbrauchten Luft dienen sollen, während der untere Hohlraum zur Aufnahme der Entwässerungsleitungen bestimmt ist. Als Baustoff ist Beton vorgesehen. Von O'Rourke wurde für die Erbauung dieses Tunnels ein Schildbauverfahren entworfen, bei dem der Schild vier Stockwerke mit Arbeitskammern enthält. Die Baukosten wurden auf rd. 50 Millionen Mark (12 Millionen Dollar) veranschlagt. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1918, S. 818; Eng. news Rec. 1918, 21. März; Génie civil 1918, I, Bd. 72, S. 420; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 366.)

Vollendung des Otira-Tunnels auf Neuseeland. Ueber 16 Jahre wurden auf den mehr als 8 km langen Tunnel verwandt, der eine Eisenbahnverbindung der Ost- und Westküste der südlichen Insel herstellen soll. Er ist der siebentlängste der Welt. (Z. d. Ver. deutscher Eisenbverw. 1919, S. 48.)

Tunnel unter der Straße von Calais; von Winkler (s. **1919**, S. 63). Ausführliche Mitteilungen über Bau, Betrieb und Wirtschaftlichkeit des in Aussicht genommenen Tunnels. — Mit Abb. (Zeitschr. d. Verb. deutsch. Arch.- u. Ing.-Ver. 1918, S. 19 u. 21; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 32, 49 u. 286; Z. d. Ver. deutscher Eisenbverw. 1918, S. 859.)

Tunnel unter der Straße von Gibraltar (s. **1919**, S. 62, 63). Aufführung der letzten Veröffentlichungen mit kurzer Wiedergabe des Entwurfs von H. Breßler. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 304.)

Lüftungsanlage am Simplontunnel; von F. Rothpletz. Die für den Bau verwendete Lüftungsanlage (s. Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 138) wurde nach Fertigstellung der Bauarbeiten auch für die Lüftung des fertigen Tunnels I verwendet. Durch Verlegung der Kraftzentrale vom Installationsplatz nach Massaboden und durch die Außerbetriebsetzung der Druckleitung vom Wasserschloß

Massaboden zum Installationsplatz (s. Schweiz. Bauz. 1901, II, S. 191) wurde den Turbinen der Lüftungsanlage das Wasser abgeschnitten und man hätte diese alte Anlage für elektrischen Betrieb umbauen müssen. Daher entschloß man sich für die Lüftung beim Ausbau des Simplontunnels II zu einer neuen Anlage, die eine zweckmäßige Lüftung der beiden fertigen Tunnel I und II sicherte und einstweilen für den Bau des Tunnels II dienen konnte. Diese Anlage wird ausführlich beschrieben. Der Luftzuführungskanal wird durch eine wagerechte Unterteilung in zwei nach den beiden Tunnelröhren führende, schräg abwärts in diese einmündende Kanäle aus Eisenbeton verzweigt, von denen jeder eine Drehklappe besitzt. Zum Abschluß der Tunnelmundlöcher dienen in Rahmen gefaßte, lotrecht bewegliche Segeltuchvorhänge. Zur Vereinfachung der Bedienung und des Betriebes der ganzen Anlage entschloß man sich, diese nur an einer Tunnelmündung, und zwar auf der Nordseite bei Brig, aufzustellen, wo auch die neue elektrische Zentrale, die den Strom für den Betrieb der beiden Tunnel liefert, sich befindet. Dort ist der Barometerstand erfahrungsgemäß höher als auf der Südseite, so daß der von Nord nach Süd fördernde Lüfter für geringeren Ueberdruck und Energiebedarf gebaut werden konnte, und es sprachen auch noch andere meteorologische Verhältnisse dafür. Als größter Luftbedarf wurden 90 $^{cbm}/_{Sek.}$ für jede Tunnelröhre angenommen, zusammen also 180 $^{cbm}/_{Sek.}$ Die Luftgeschwindigkeit ergibt sich daraus zu 3—4 $^{m}/_{Sek.}$ Verschiedene Schweizer Firmen beteiligten sich an den Ausschreibungen für die verschiedenen Bauten und Einrichtungen der Lüftungsanlage, von der die Grundlagen mitgeteilt, die Einzelheiten ausführlich beschrieben und die Betriebsergebnisse dargelegt werden. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1919, I, S. 3, 14, 41 u. 72.)

Lüftung der Untergrundbahnen; von A. Groupiel (s. **1919**, S. 64). Es wird die Notwendigkeit reichlichen Luftwechsels hervorgehoben. Die hauptsächlichsten Bestrebungen in dieser Richtung werden kurz besprochen. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 372.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Wasmuths Monatshefte für Baukunst. III. Jahrg. Berlin. Wasmuth A.-G. Pr. 28 M.

B. Jacobsen. Der Niedergang des großstädtischen Baugewerbes. Berlin 1918. Zirkel. Pr. 1,80 M.

Bösenberg, Dr.-Ing., H. Die Entwickelung der Provinzialstraßen der Rheinprovinz. Düsseldorf 1918. Bagel. Pr. 3 M.

Schulz-Mehrin, Ingenieur, O. Sozialisierung und Räteorganisation. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Druckschrift Nr. 1. Berlin, April 1919. Pr. 1,45 M.

do. Die Bedeutung der Spezialisierung im Arbeitsplan eines industriellen Unternehmens. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Druckschrift Nr. 2. Berlin, Mai 1919. Pr. 0,70 M.

Kaufmann, G., Dipl.-Ing. Tabellen für Eisenbetonkonstruktionen. Bd. I. Platten und Plattenbalken. 3. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 7,50 M.

Zillich, K., Kgl. Baurat. Statik für Baugewerkschulen und Baugewerksmeister. II. Teil. Festigkeitslehre. 7. Aufl. Berlin 1918. Ernst & Sohn. Pr. 4,50 M.

do. III. Teil. Größere Konstruktionen. Mit 185 Abb. 6. und 7. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 4,50 M.

Engesser, Dr.-Ing., Fr., Geh. Oberbaurat, Prof. Berechnung der Rahmenträger. 2. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 3 M.

Fries, H. de. Wohnstädte der Zukunft. Neugestaltung der Kleinwohnungen im Hochbau der Großstadt. Berlin 1919. „Bauwelt".

Reichs- und Preußischer Staatskommissar für das Wohnungswesen. Druckschrift Nr. 1. Beratung über dringende Maßnahmen auf dem Gebiet der Wohnungsfürsorge. Berlin 1919. — Druckschrift Nr. 2. Ersatzbauweisen. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 1,50 M.

Streng, G. Das Rosettenmotiv in der Kunst- und Kulturgeschichte. Mit 33 Abb. München 1918. Müller & Fröhlich.

Sörgel, H., Regierungsbaumeister. Einführung in die Architektur-Aesthetik. München 1918. Piloty & Loehle.

Der Verfasser nennt sein Werk „Prolegomena zu einer Theorie der Baukunst", bietet aber statt dessen im systematischen Aufbau des Ganzen erheblich mehr. Das außerordentlich umfangreiche Gebiet ist in drei Teile gegliedert und gibt im ersten, dem historischen Teil, einen durchsichtigen Ueberblick über die ästhetischen Anschauungen des verflossenen Jahrhunderts bis in die neueste Zeit. Der zweite, der theoretisch methodische Teil, umgrenzt das ganze Problem und versucht mit Erfolg jenem von den verschiedensten Seiten nahezukommen. Der dritte, der praktisch angewandte Teil, geht auf die Mittel ein, die zur Entstehung des architektonischen Kunstwerks führen, bewertet die äußeren Einwirkungen und Rücksichten, Beziehungen zum Ort, zur Eigenart der Nation und verbreitet sich über Stil und künstlerische Wahrheit.

Die so gewonnenen vielseitigen Grundlagen sind bei völliger Aneignung eine gediegene Vorbereitung, um den ausübenden Künstler zur erfolgreichen Anwendung zu führen. Das Buch ist von einem Architekten, der auch im Lehrberuf Erfahrung besitzt, hauptsächlich für Künstler auf dem Gebiete der Architektur und Plastik geschrieben; für diese ist es in seiner straffen Zusammenfassung ein neuartiges Werk von erheblichem Wert.

Die Architektur wird weniger in den äußeren stilistischen Kunstformen als hauptsächlich in ihrem eigentlichen inneren Wesen als Raumkunst aufgefaßt, sowohl als Innenraum als auch in ihrer äußeren Erscheinung. Dabei versucht der Verfasser systematisch die Werke der Architektur als konkave, denen der Plastik als konvexe gegenüberzustellen. Wenn dieses auch nicht völlig überzeugend wirkt, so ergeben sich hierbei in den einzelnen Kapiteln doch mannigfaltig-anregende und klärende Gesichtspunkte sowie überraschende Zusammenhänge, die sich bei dem in voller Tätigkeit stehenden Architekten vielfach nur unbewußt vorfinden.

Unter stetigem Hinweis auf bekannte Architekturwerke im engeren und weitesten Sinne entwickelt der Verfasser in lebendiger Darstellung seine allgemeinen ästhetischen Normen, er zeigt damit einen Weg, der betreten werden sollte, um die anerkannten Meisterwerke der Baukunst nicht nur halbbewußt wirken zu lassen, sondern sich in allseitig vollster Klarheit an ihnen heranzubilden, die dabei gewonnene ästhetische Urteilsfähigkeit auf andere, besonders

neuere und neueste Werke anzuwenden und so allmählich zu einem wesenhaften sicheren Verständnis durchzudringen.

In diesem Sinne kann das Werk zu eindringlichem Studium besonders den Architekten empfohlen werden.

Dr.-Ing. *J. Haase.*

Streng, G. Das Rosettenmotiv in der Kunst- und Kulturgeschichte. (Mit 33 Abbildungen.) München 1918. Müller & Fröhlich.

Die Veranlassung zu seiner Untersuchung über das Rosettenmotiv findet der Verfasser in dem Umstande, daß mit der Bezeichnung „Rosette" in den kunstgeschichtlichen Werken kein geschlossener Begriff verbunden ist. Der Ausdruck legt seines sprachgeschichtlichen Gehalts wegen die Vorstellung eines Blumenmotivs nahe, während beispielsweise in der babylonisch-assyrischen Kunst die „Sternrosette" einen breiten Raum einnimmt. Zur Klärung des Sachverhalts erscheint dem Verfasser eine Untersuchung lohnend.

Er zeigt nun in seinen Ausführungen, daß unter den zahllosen Beispielen von Rosetten, die in Aegypten schon 2800 v. Chr., ferner in der kretischen Kultur, in der mykenischen Kunst und im 9., 8. und 7. Jahrhundert in der Goldschmiedekunst und der Vasenmalerei auftreten, die achtblättrige Rosette am meisten den Charakter einer typischen Form annimmt, die den Anspruch auf einen bestimmten Gedankeninhalt nahelegt. Im babylonisch-assyrischen Kulturkreise beherrscht die sechzehnstrahlige Rosette die Kunstübung des Euphratgebiets, wo sie typische Bedeutung gewinnt. Wesentlich anspruchsloser ist die Rolle, die das Rosettenmotiv in der ägyptischen Kunst spielt. Dabei ist es von Wichtigkeit, daß ältere und älteste Rosettenformen in Babylonien in der Sternform auftreten. Aus der Weltanschauung der Babylonier ergibt sich der astrale Charakter der „Sternrosette", die in Babylonien ihren Ursprung zu haben scheint. Das gilt auch für die ägyptische Kunst, soweit das Motiv in der älteren Form der achtteiligen Rosette und in der roten Farbe des ägyptischen Gestirns erscheint.

Da so die achtstrahlige Rosette gemeinsamer Besitz des orientalischen Altertums ist, sie überdies in ihrer typischen Reinheit an Grabmälern und Särgen auftritt, erkennt der Verfasser in ihr das Symbol für den Ischtar-Aphrodite-Kultus. Isis-Ischtar-Astarte-Aphrodite-Kultus steht in engster Beziehung zu Tod und Grab. Das Urbild ist die Sternform, die aber hier und da zur Blütenform umgewandelt wird. Mit der Rose, die erst um 600 v. Chr. aus Syrien nach dem Westen wandert, hat das Motiv nichts zu tun.

Der klassischen Kunst bis zum Mittelalter steht die Rosette gedankeninhaltlich fern, obwohl sie hier wie in der altchristlich byzantinischen Kunst viel verwendet und zur Form der wirklichen Rose umgestaltet wird. Von einer kulturgeschichtlich und wirksamen Bedeutung kann dabei aber keine Rede sein.

Das Rosettenmotiv tritt endlich in der gotischen Kunst in Form der Fensterrose auf, als deren vollendetste Fassung der Verfasser die Rose der Kathedrale von Amiens anspricht. Das Rosenmotiv ist französisches Erzeugnis und hat seinen gedanklichen Ursprung im Rittertum und der Marienverehrung. Die Rose ist das Symbol des ritterlichen Frauendienstes, Maria selbst ist „die Rose am dornigen Strauch der Menschheit, eine weiße Rose ihrer Jungfräulichkeit, eine rote ihrer Liebesgesinnung gegen die Menschheit wegen".

Das gotische Rundfenster an den französischen Kathedralen des 12. und 13. Jahrhunderts ist seiner architektonischen Stellung und seiner symbolischen Absicht nach ein deutliches Bekenntnis zum Marienkultus aus dem Gedanken „und Gefühlskreise der rosa mystica".

Das Rosettenmotiv spielt also zweimal in der Kunstgeschichte nicht nur eine ornamentale, sondern auch kulturgeschichtlich bedeutsame Rolle, in der ältesten geschichtlich erreichbaren Zeit und in der Blütezeit der Gotik.

Die Abhandlung ist infolge ihrer klaren Gedankenführung, die durch zahlreiche Abbildungen und literarische Beweisstücke unterstützt wird, und des umfassenden Studiums, das der Verfasser allen erreichbaren Quellen gewidmet hat, besonders wertvoll und lesenswert. *K.*

Otto Schulz-Mehrin, Ingenieur. Sozialisierung und Räteorganisation. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Druckschrift Nr. 1. Berlin, April 1919. Pr. 1,45 M.

do. Die Bedeutung der Spezialisierung im Arbeitsplan eines industriellen Unternehmens. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung. Druckschrift Nr. 2. Berlin, Mai 1919. Pr. 0,70 M.

Ueber die Sozialisierung ist zwar schon reichlich viel veröffentlicht worden; aber abweichend von den meisten bisher erschienenen Schriften wird hier versucht, das Richtige und Wertvolle des Gedankens der Sozialisierung herauszuheben und für dessen Verwirklichung Vorschläge zu machen, die auf praktischen Erfahrungen beruhen und sich auf den wirklichen Verhältnissen aufbauen. Es wird zunächst zahlenmäßig nachgewiesen, daß die Ausschaltung des Kapitalprofits (erster Teil des Hauptsatzes im Erfurter Programm) nicht den von unseren Arbeitern erwarteten Erfolg haben wird, daß es vielmehr auf die Verbesserung des Wirkungsgrades der Produktion, auf die Rationalisierung (zweiter Teil des Hauptsatzes des Erfurter Programms) ankommt. Dann wird untersucht, unter welchen Voraussetzungen die verschiedenen für die Sozialisierung vorgeschlagenen Formen (Staats- und Gemeindebetrieb, gemischt wirtschaftliche Unternehmung, Genossenschaft, konstitutionelle Fabrik u. a.) jene Aufgaben erfüllen könnten. Schließlich wird gezeigt, daß die wirksamste Form der Sozialisierung die zielbewußte Organisierung der Produktion ist, die sich unter voller Wahrung aller Vorzüge des individualistischen Betriebes auf den bereits bestehenden Formen der Organisierung und Gemeinschaftsarbeit aufbaut und auch die neuen Gedanken der Räteorganisation fruchtbar verwertet.

In der Schrift über Spezialisierung wird die Bedeutung dieser Maßnahme für die industrielle Unternehmung untersucht und gezeigt, in welcher Weise die Spezialisierung in der deutschen Industrie praktisch durchgeführt werden kann, ohne daß die hiervon befürchteten Nachteile eintreten.

Dabei zeigt sich, daß beide Schriften in einem inneren Zusammenhang stehen; Die Spezialisierung ist ohne Nachteil nur durchführbar, wenn der Grundgedanke der Sozialisierung, die Gemeinschaftsarbeit, bis zu einem gewissen Grade verwirklicht wird. Umgekehrt ist die Spezialisierung mit das wichtigste Mittel, um die mit der Sozialisierung angestrebte Rationalisierung der Produktion zu erreichen.

B. Jacobsen. Der Niedergang des großstädtischen Baugewerbes. Berlin 1918. Zirkel.

Der Verfasser beleuchtet unter scharfem Urteil die wirklichen Ursachen der in der Großstadt herrschenden elenden Verhältnisse, wie sie sich für den Wohnungsbau aus dem herrschenden Geschäftsleben heraus gestaltet haben, und stellt ein großzügiges Programm für die Sanierung auf. Er verwirft die Mietkaserne und will die Terrainspekulation beseitigen, und zwar nicht mit Hilfe der Gesetzgebung, sondern durch Umgestaltung der bisherigen baupolizeilichen Bestimmungen, wodurch er die im Bauwesen schlummernden Kräfte zu wecken und zu beleben hofft. Wer mit Wohnungs- und Bebauungsfragen zu tun hat, wird das Heft mit Interesse und mit Nutzen lesen; daß es vielleicht nicht in allen Kreisen freundlich aufgenommen wird, dürfte sein besonderer Vorzug sein. *S.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleitor: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1919. Heft 4.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)
Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.
Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

WIESBADEN.
C. W. KREIDELS VERLAG.
1919.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 4. (Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)



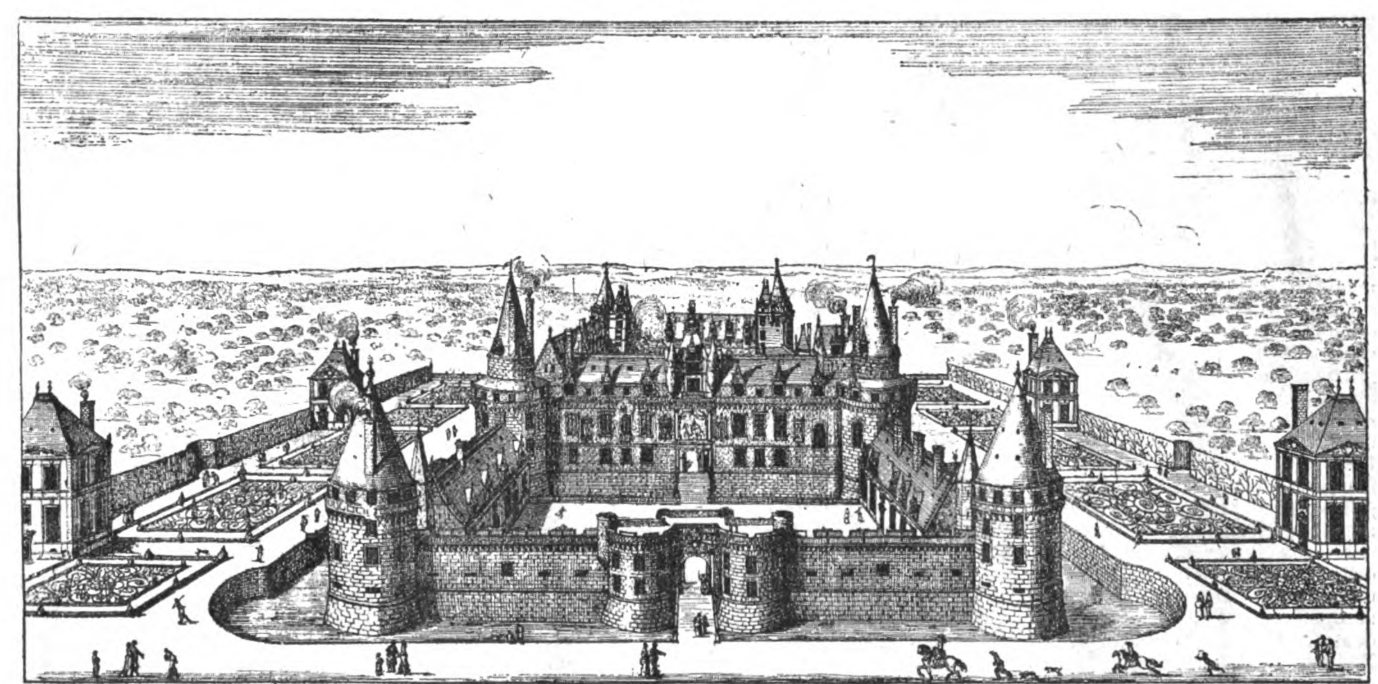
Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Der Ursprung und die Entwickelung der Uförmigen barocken Schlossanlagen in Frankreich und Deutschland.

Von Dr.-Ing. Willy P. Fuchs (Stuttgart).

Ein Dozent der Technischen Hochschule Hannover hat in seiner Abhandlung über die deutschen Architekturtheoretiker des 17. und 18. Jahrhunderts[1]) die Vermutung ausgesprochen, daß die französischen Schloßanlagen des (1591—1667) angeregt worden seien. Damit würde die bisher als feststehend geltende Annahme umgestoßen, wonach die Uförmige Grundrißanlage der deutschen und französischen Barockschlösser auf Erfindung französischer



Veuë et Perspective du Chasteau du Verger en Anjou, demeure ordinaire des Princes de Rohan-Guemené.

Abb. 1.

späten 17. Jahrhunderts durch die Architekturschriften des Ulmer Stadtbaumeisters Johannes Furthenbach d. Ae. Architekten beruhe. Bei der Wichtigkeit dieser Frage für die architekturgeschichtliche Forschung ist es, glaube ich, keine vergebliche Mühe, wenn ich im nachstehenden versuche, einen Beitrag zu ihrer endgültigen Entscheidung zu liefern. Um das Resultat meiner diesbezüglichen Studien vorweg-

[1]) C. Habicht. Die deutschen Architekturtheoretiker des 17. und 18. Jahrhunderts, Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen, Hannover, Jahrgang 1916.

zunehmen, so muß ich leider und wider eigenes Erwarten bekennen, daß sich für die Richtigkeit jener Vermutung keine Anhaltspunkte gefunden haben. Wir werden im Gegenteil sehen, daß in Frankreich bereits im Jahre 1613 ein Schloß mit Uförmiger Grundrißanlage (ehemaliges Schloß zu Couloummiers-en-Brie, von Salomon de Brosse, Abb. 10) geplant wurde, während das fragliche Architekturwerk Furthenbachs, die architectura recreationis erst im Jahr 1640 erschienen ist. Ich sagte: „Leider" hat sich Habichts Behauptung nicht bestätigt. Denn man braucht gewiß nicht befürchten zu müssen, zur Sorte jener französischen Fanatiker gerechnet zu werden, die alles Deutsche a priori hassen und verneinen, wenn man als Deutscher gern gewünscht hätte, daß der Ruhm einer so bedeutsamen Architekturerfindung auf deutsche Seite umgebucht werden könnte.

Die Uförmige Anlage des barocken Schloßbaues entspricht der objektiv-idealen Auffassung der architektonischen Komposition, d. h. einer Auffassung, welche die Kunst unabhängig machen will von den prosaischen, rein praktischen Bedürfnissen des Menschen. Nach den Worten H. von Geymüllers besteht die Idealarchitektur „in der Harmonie vollkommen schöner Räume und Formen, in der logischen organischen Entwickelung dieser Räume und ihrer geometrischen und ästhetischen Beziehung zueinander". Am nächsten kommt der Vollkommenheit in diesem Sinne die klassische, antike und italienische Kunst, sie ist eine objektive Kunst, im Gegensatz zur nordischen Kunst, die auf subjektiven Empfindungen, auf den Anforderungen des Menschen an Gemütlichkeit und Komfort, also in der Hauptsache praktischen Erwägungen, sich aufbaut [2]). Es liegt nun nahe, den Ursprung einer solch klassisch-idealen Schloßanlage zunächst zu der Zeit und in dem Land zu suchen, wo klassischer Stil vorzugsweise gepflegt wurde.

Die eingangs erwähnte Tatsache, daß bereits im Jahre 1613 in Frankreich eine nach der Uform völlig ausgebildete Grundrißanlage (wenigstens im Entwurf) bestand, hat mich veranlaßt, auf französischem Boden nach ihrem Ursprung weiter zu forschen [3]).

Le Verger (Abb. 1).

Die wesentlichsten Merkmale dieser Anlage sind die Symmetrie und die Rechtwinklichkeit. Wenn ich nun zunächst außer acht lasse, ob die vierte Seite des Rechtecks ganz oder nur teilweise (im Grund- und Aufriß) offen ist, so glaube ich das früheste Beispiel, das jene Merkmale besitzt, in dem vom Prinzen Rohan etwa ums Jahr 1496 erbauten Schloß Le Verger an der Loire gefunden zu haben, denn diese Merkmale zeichnen es vor allen anderen früheren und gleichzeitigen Schloßanlagen in Frankreich aus und verschaffen ihm seine Bedeutung als Wendepunkt im französischen Schloßbau. Le Verger ist seiner Anlage nach das erste Schloß der französischen Renaissance. Bezüglich der Gruppierung der einzelnen Bauteile entspricht es zwar dem Bilde, das Lübke [4]) vom französischen Renaissanceschloß entwirft: „In der Gesamtanlage bleibt es bei der Anordnung, wie sie sich im Mittelalter herausgebildet hat"; also ein äußerer Hof (basse cour) und ein innerer Hof (cour d'honneur), an den Ecken der Gebäudeflügel mächtige Türme, die ganze Anlage von einem

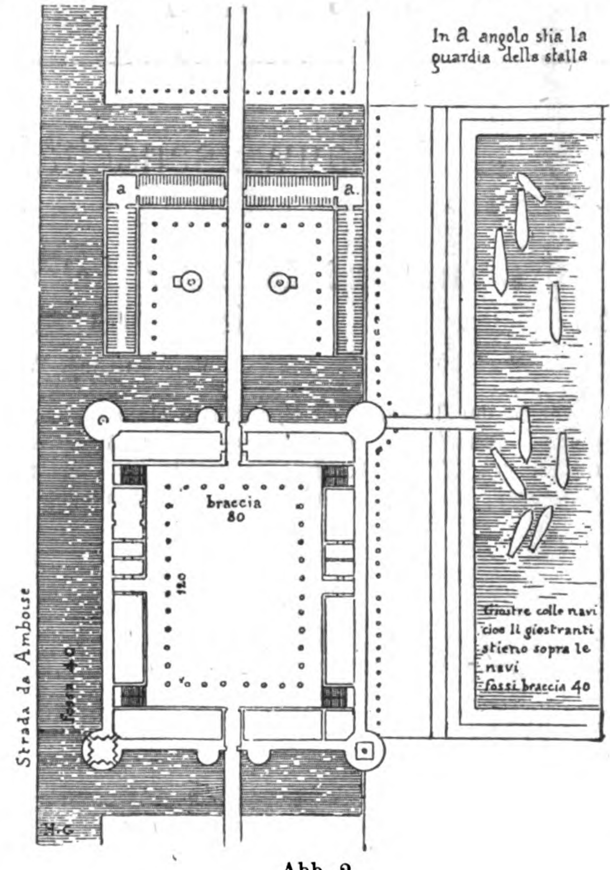


Abb. 2.

Wassergraben sowie Mauern mit Türmen umgeben. Aber — und das scheint Lübke übersehen oder für unwesentlich gehalten zu haben — alle französischen Schloßbauten, sogar noch zur Zeit der beginnenden Renaissance (z. B. Amboise und Blois), zeigen eine unregelmäßig-vieleckige Grundrißgestaltung. Erst Le Verger [5]) hat mit dieser französisch-mittelalterlichen Grundrißanordnung gebrochen. Seine gesamte Anlage, und zwar nicht nur das Hauptgebäude, sondern auch die Nebengebäude und die Gartenanlagen, sind nach der Mittelachse orientiert und die Gebäudeflügel stoßen nicht mehr schiefwinklig, sondern rechtwinklich zusammen. Woher dies völlig Neue? Ein kurzer geschichtlicher Exkurs führt auf den Weg zur Lösung des Rätsels. Karl VIII. hat auf seinem italienischen Feldzug viele Städte, nicht nur Rom und Florenz, gesehen

[2]) Geymüller rechnet die sogenannten Idealentwürfe (z. B. diejenigen von Du Cerceau) ohne weiteres zu den Idealarchitekturen. Ich kann ihm darin nicht beistimmen. Die „Idealentwürfe" verdanken ihre Entstehung stets einem Bilde oder einer Idee, die sich der Künstler von einem Architekturproblem macht, zu dem er sich selber das Programm so gestellt, daß es seinen höchsten Anforderungen an Schönheit entspricht, also ohne Einschränkung durch praktische Vorschriften eines Auftraggebers. Der entstandene Entwurf entspricht also dann völlig seinem Ideal, das aber nicht auch ein wirkliches Ideal im Sinne der Idealarchitektur zu sein braucht. Es kann sehr wohl sein, daß ein solcher Idealentwurf sowohl dem subjektiven nordischen, als dem vollkommeneren objektiven klassischen Ideal direkt zuwiderläuft. Beispiele aus neuester Zeit könnte ich genügend anführen. Für den Künstler eines Idealentwurfs gilt der Gesichtspunkt des Schönen als primärer; der praktische, nützliche Gesichtspunkt wird von ihm erst in zweiter Linie und nur insoweit berücksichtigt, als er die Erreichung seines Zieles der ästhetischen Vollkommenheit nicht beeinträchtigt. Verfolgt man diese Auffassung bis zur letzten Konsequenz, dann gelangt man zu dem Kunstprinzip l'art pour l'art, dem Gegenpol zu dem im Maschinenzeitalter zeitweilig propagierten Prinzip der Nützlichkeitskunst („alles Nützliche ist schön"). Daß beide extremen Prinzipien zur einwandfreien Lösung praktischer Architekturaufgaben untauglich sind, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Weder Nützlichkeit noch Schönheit dürfen bei Fertigung des Entwurfs allein oder primär maßgebend sein, sie müssen vielmehr beide, und zwar gleichzeitig in Berücksichtigung gezogen und gegeneinander abgewogen werden.

[3]) Man könnte vielleicht versucht sein, die Hoffront der in den Jahren 1509—11 erbauten Farnesina in Rom als erstes Beispiel einer Uförmigen Schloßanlage anzusehen. Allein, die vorspringenden Seitentrakte sind so kurz, daß sie nur als Anhängsel des Hauptbaus, nicht aber als entwickelte Flügel anzusprechen sind.

[4]) In seiner Geschichte der Renaissance Frankreichs, Stuttgart 1868.

[5]) Wenn auch noch einzelne spätere Schloßbauten (z. B. Gaillon und Chantilly) die unregelmäßige Grundrißgestaltung aufweisen, so ist dies dem Vorhandensein älterer Teile oder besonderer Terrainverhältnisse zuzuschreiben.

und ihre modernen Bauten machten auf ihn, nach zeitgenössischen Berichten, den tiefsten Eindruck. Besonders lange hielt er sich in Neapel auf und fand deshalb wohl reichlich Muße, das dortige Castel Nuovo (1277 durch Karl von Anjou errichtet), zu studieren. Als er 1495 nach Frankreich zurückkehrte, „brannte er vor Eifer", ähnliche

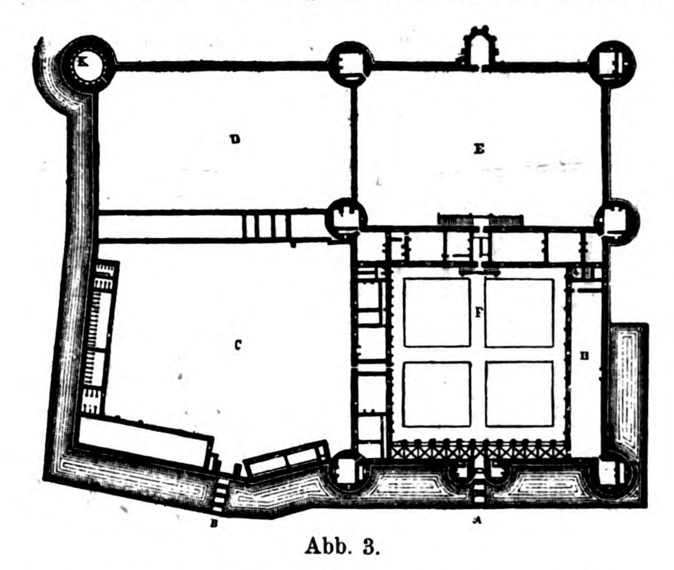


Abb. 3.

Herrlichkeiten, wie er sie in Italien gesehen, ausführen zu lassen. Er ließ deshalb sofort aus Neapel 22 Italiener, darunter den berühmten Fra Giovanni Giocondo aus Verona (Erbauer des Palazzo del Consiglio in Verona), zur Ausschmückung seines Schlosses in Amboise kommen. Nun zeigt das obengenannte Neapler Kastell, ebenso wie eine große Zahl solcher Kastelle in Oberitalien (zu Mailand, Pavia, Mantua, Ferrera u. a.), eine rechteckig-symmetrische

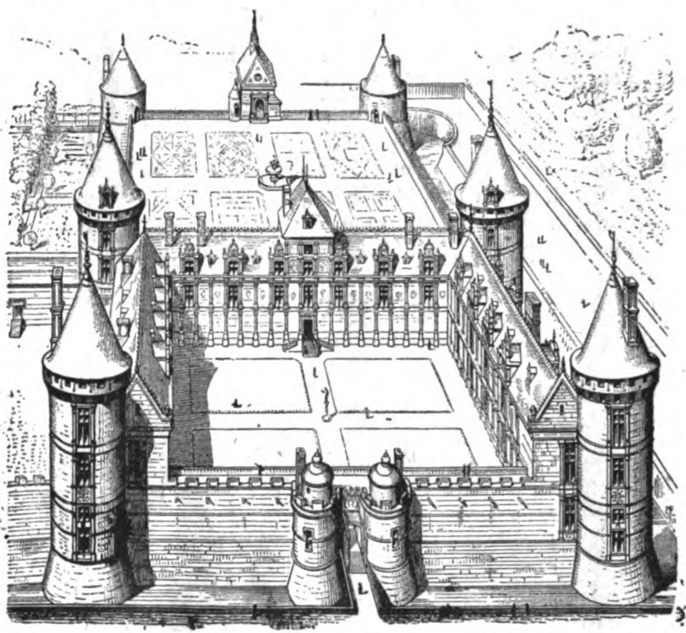


Abb. 4.

Grundrißanlage[6]). Was liegt also näher, als daß es Fra Giocondo gewesen, der diesen klassisch-idealen Grundrißgedanken in das bis dahin nordisch-subjektive Architektursystem der französisch-mittelalterlichen Schloßbauten hineingetragen und in Le Verger zur Ausführung gebracht hat?! Für den italienischen Ursprung des ersten klassischen Schlosses der französischen Renaissance scheinen mir noch die folgenden zwei Tatsachen zu sprechen. Unter den Skizzen Leonardo da Vincis befindet sich der Grundriß eines Schlosses an der Straße nach Amboise (vom Jahr 1515 ca.), das eine weitgehende Uebereinstimmung mit Le Verger zeigt. Nun hat Leonardo im Jahre 1460 das Mailänder Kastell ausgebaut, das zu den obenerwähnten mittelalterlichen Schloßbauten mit rechtwinklig-symmetrischem Grundriß gehört, er hat also für sein französisches Schloß dieselben Vorbilder benutzt wie Fra Giocondo. Weiterhin, und zwar als Beweis für die spezielle Urheberschaft Fra Giocondos an Le Verger, die Tatsache, daß dessen Haupteingang eine damals in Frankreich noch völlig unbekannte Ausbildung von einer unverkennbaren Verwandtschaft mit dem unter Alfons von Aragonien (1442) errichteten Prachttor Pietro da Martinos in jenem Castel Nuovo zu Neapel aufweist. Dagegen ist die Flankierung des Haupteingangs von Le Verger ein Motiv, das vom nordisch-französischen mittelalterlichen Festungsbau[7]) stammt. Ebenso ist französischen Ursprungs die Ausbildung des gleichfalls in der Mittelachse befindlichen Eingangs des Hauptgebäudes, der aus einer im Korbbogen gewölbten Einfahrt und danebenliegenden engen Pforte für die Fußgänger besteht, sowie die alten nordischen Burgen des Mittelalters eigentümliche steile Bedachung (im Gegensatz zu den flachen Dächern der italienischen Kastelle), und endlich die den Versammlungssälen der mittelalterlichen Burgen nachgebildete Galerie, die in einem der Querflügel als Prachtsaal angeordnet ist und von nun ab eine besondere Eigentümlichkeit der französischen[8]) Schlösser bildet. Im übrigen dokumentiert sich Le Verger nicht nur durch die klassische Anlage seines Grundrisses als erstes Renaissanceschloß, sondern auch durch das System seines Aufbaus. Bis dahin: Einen engen Hof, rings umschließende tiefe und hohe Geländeflügel mit wenigen und spärlichen Oeffnungen, alles zur Verteidigung geschaffen. In Le Verger zeigt sich zum erstenmal der Geist der neuen Kultur und Lebensauffassung[9]), das Schloß wird zum heiteren Lebensgenuß eingerichtet: Der Hof ist weiter und nach der Eingangseite, um möglichst viel Licht einzulassen, sogar nur durch eine relativ niedere Mauer abgeschlossen — „festlich einladend", wie Lübke sagt —; die Seitenflügel nur mehr einraumtief und nieder[10]), die Fenster zahlreicher und größer. Allein der dominierende Hauptflügel ist seiner massigen Höhe nach eine mittelalterliche Reminiszenz.

Leonardos Schloßentwurf von 1515 (Abb. 2).

Leonardos obengenannter Entwurf zu einem Schloß an der Straße nach Amboise bringt eine weitere Neuerung. Während bei den französischen Schlössern bis dahin die Treppen entweder als Ecktürme oder in der Mitte eines Flügels in den Hofraum vorsprangen, schiebt sie Leonardo in die Flügel ganz hinein. Da die Ecktürme nun ihren Zweck als Treppenhäuser verloren, rückt er sie an die äußeren Ecken hinaus, wo sie als Erweiterung der Wohn-

[6]) Man sieht also, daß in Italien auch zur Zeit des Mittelalters die klassischen Prinzipien nicht ganz in Vergessenheit gerieten; in dekorativer Hinsicht zeigen dies u. a. die Fassaden von S. Miniato und vom Baptisterium in Florenz.

[7]) Und zwar von den südfranzösischen Festungstoren (z. B. Avignon), wo sie unter dem Einfluß italienischer Bauweise mit Plattform und Zinnen abgedeckt wurden, während sie im mittleren und nördlichen Frankreich, ebenso wie natürlich in Deutschland dem Klima entsprechend steile Dächer trugen.

[8]) Und späterhin gewisser spätrömischer Renaissancepaläste (nach Scamozzis Aussage).

[9]) Die neue Architekturauffassung ist eben nicht allein, wie manches Mal zu lesen ist, der Liebhaberei der Italien bereisenden Fürsten zu verdanken, sondern ebensosehr der veränderten Lebensauffassung im Volke selbst, die den Boden für die Aufnahme der Renaissance in Frankreich vorbereitete.

[10]) Die geringere Stockwerkzahl entspricht besser den Anforderungen an Wohnlichkeit und Bequemlichkeit, als die mehrgeschossigen Bauten des Mittelalters.

räume dienen. Die Doppeltürme zu beiden Seiten des Haupteingangs hat Leonardo zweifellos von Le Verger übernommen [11]).

Bury (Abb. 3 und 4).

Das ehemalige Schloß zu Bury (etwa 1517 erbaut, Architekt nicht einwandfrei festgestellt, jedenfalls aber unter dem Einfluß Fra Giocondos) zeigt in der Hauptachse statt des Wirtschaftshofes — der jetzt zur Seite gerückt ist — einen architektonisch angelegten Herrschaftsgarten, unter Belassung der früheren Ecktürme als Betonung der Einfriedungsmauer nach dem Vorbild der Gärten der italienischen Frührenaissance [12]). Einen weiteren Fortschritt im Sinne der Renaissance bedeutet Bury namentlich hinsichtlich seines Aufbaues: Die nach dem Vorbild von Leonardos Entwurf an die äußeren Ecken hinausgerückten Türme werden schlanker, die Flügel werden gleich nieder und damit ihre Massen in Harmonie gebracht. Die Abschlußmauer an der offenen Hofseite ist nach dem Hof zu mit Arkaden versehen, die eine bequeme Verbindung der Flügel darstellen. In formaler Hinsicht sind die schon ganz in den Formen der Renaissance gebildeten Dachaufbauten, besonders über dem Eingang des Mittelflügels, bemerkenswert.

Chambord.

Das Schloß Chambord (1526 wahrscheinlich von Domenico da Cortona erbaut) bedeutet zwar keine Weiterentwickelung in der Richtung auf die U förmige Schloßanlage, aber ich möchte es hier doch erwähnen, und zwar wegen der an ihm zu bemerkenden eigenartigen Verbindung des Systems von Bury mit altfranzösischen Elementen; auf der vierten Seite des einen riesigen Hof umgebenden Rechtecks von Gebäudeflügeln mit Ecktürmen nach Art von Bury, ist ein massiger, weit in den Hof einspringender Bau [13]) eingeschoben, der äußerlich genau dem Hauptturm oder Donjon der Burgen des französischen Mittelalters nachgebildet und nur im Innern den Anforderungen der Zeit entsprechend wohnlich umgestaltet ist.

Ecouen (Abb. 5 und 6).

Waren bisher die Eckbauten, an der äußeren mittelalterlichen Form des Festungsturmes festhaltend, rund und gewissermaßen nur gezwungen dem neuen Wohnorganismus angepaßt, zeigt Ecouen zum erstenmal rechteckige Eckpavillons, die organisch in den Zug der Gebäudeflügel eingefügt sind und im Grundriß wie Aufriß wenig vortreten, so daß eine bis dahin unbekannte Geschlossenheit der Massengliederung sich ergab. Als Architekt galt früher Jean Bullant. Neuere Forschungen (Geymüller) haben jedoch die Unrichtigkeit dieser Annahme ergeben, es dürfen ihm nur die später (zwischen 1510—1560) angebauten Portalbauten zugeschrieben werden, während im übrigen der Entwurf und die Ausführung der ganzen Anlage entweder von einem Meister Billard oder von Jean Goujon herrühren. Die drei Flügel wurden bereits ums Jahr 1530 ausgeführt.

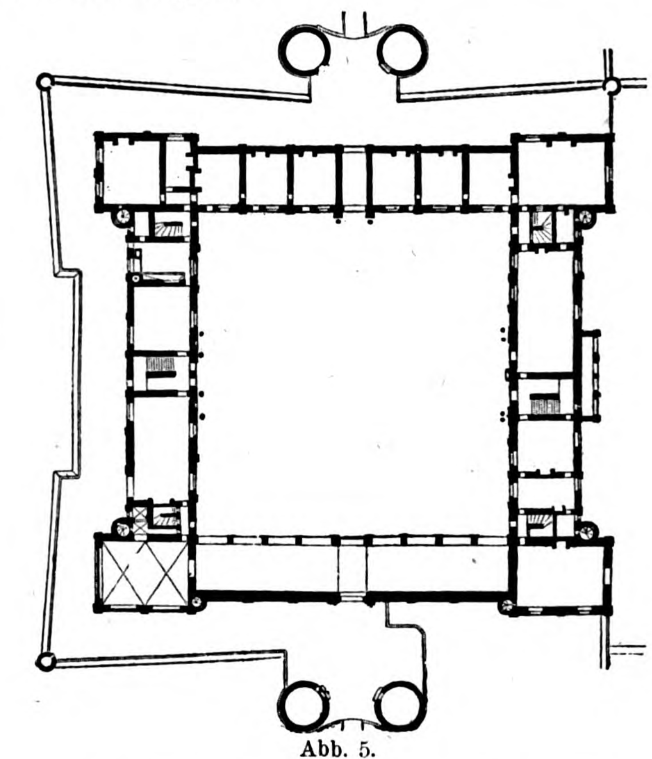


Abb. 5.

Die noch in Bury festungsartig behandelte Abschlußwand [14]) der vierten Seite ist jetzt auch im Stil der übrigen Bauteile ausgebildet, so daß auch eine dekorative Harmonie aller Bauteile hergestellt ist. Der Umstand, daß der Arkadenflügel ebenso hoch und ebenso tief wie die drei anderen Flügel ist, erhöht die Geschlossenheit der Gesamterscheinung, die dadurch eine ähnliche Wirkung erreicht, wie das früher erwähnte Schloß Ancy-le-France.

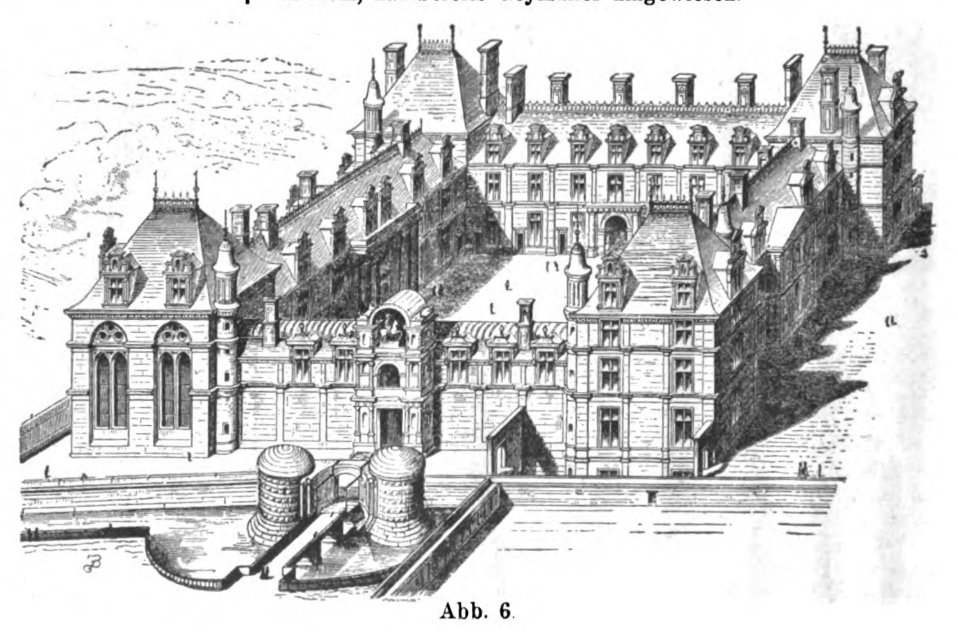


Abb. 6.



11) Leonardos Entwurf hat nur durch seine Turm- und Treppenanordnung Einfluß auf die vorliegende Entwickelung gehabt. Im übrigen gehört dieser Bau einer ganz anderen Entwickelungsreihe an, denn damit, daß er auch die vierte Seite mit einem Gebäudeflügel abschließt, nähert er sich wieder dem Typus des Florentiner und des spätrömischen Palastes mit ringsumlaufenden inneren Galerien (mit dem Palazzo Strozzi stimmt Leonardos Entwurf sogar bis auf die Lage der Treppenhäuser überein). In Frankreich hat Leonardos Entwurf das Schloß Ancy-le-France (erbaut 1546 von Primaticcio) beeinflußt, bei dem nur noch der Aufbau der vier Eckpavillons an französische Vorgänge erinnert. In Italien setzen diese Reihe fort u. a. die Paläste Farnese und Del Te.

12) Z. B. das Schloß Poggio Reale in Neapel, das natürlich Fra Giocondo wohlbekannt und von dem Karl VIII. besonders entzückt war.

13) Die in der Mitte dieses Baues sich erhebende doppelte Wendeltreppe ist technisch wie dekorativ von altbekannter Bedeutung.

14) Auf die auffallende Verwandtschaft des mehrgeschossigen Torbaues mit den Entwürfen zu den Türmen der Peterskirche in Rom, hat bereits Geymüller hingewiesen.

Verneuil (Abb. 7 und 8).

Die einfache Grundrißlösung von Ecouen ist hier, d. h. beim ersten Entwurf Du Cerceaus vom Jahre 1545, dadurch kompliziert, daß die Flankierung der Ecken durch je zwei Pavillons erfolgt [15]). Dagegen tut Verneuil einen Schritt

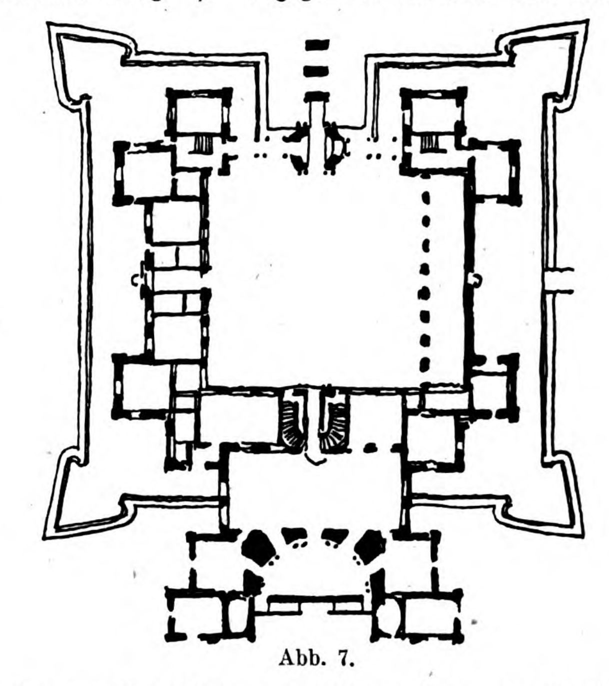


Abb. 7.

weiter zur Entwickelung der Uform, indem es die vierte Seite auch nach außen durch Arkaden öffnet, wodurch auch eine andere, symmetrische Lösung des Eingangs bedingt wurde (das hier gewählte Motiv des Kuppelbaues ist das erste Beispiel dieser Art in Frankreich). Eine weitere

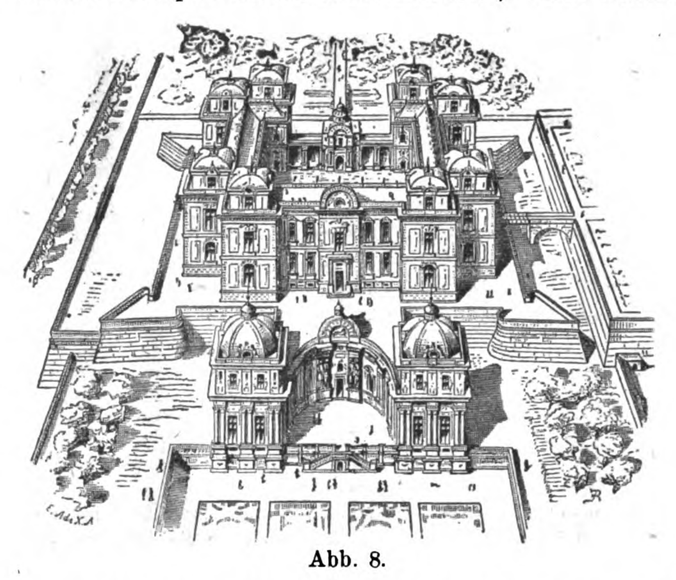


Abb. 8.

Besonderheit bildet die Ausbildung der Haupttreppe. Sie ist im Mittelbau in der Hauptachse angeordnet und steigt von einem geräumigen Vestibül in zwei breiten gewendelten Armen doppelläufig empor. Weder vorher noch nachher wurde beim französischen Schloßbau eine Haupttreppe von dieser Bedeutung (nach Lage und Umfang) projektiert oder ausgeführt [16]).

Monceaux-en-Brie (Abb. 9).

Als Architekt des ehemaligen Schlosses Monceaux wurde von Geymüller überzeugend nachgewiesen [17]) der Italiener Primaticcio, der es für Katharina von Medici entworfen und im Jahre 1547 begonnen hat. Die Klarheit des Grundrisses erinnert an Ecouen, ich glaube aber nicht an einen direkten Einfluß auf Primaticcios Bau. Viel eher dürften auf ihn die frühbarocken italienischen Bauten mit ihrem Streben nach Klarheit und Einfachheit der Massengliederung eingewirkt haben. Einen Beweis dieses Einflusses sehe ich auch im Aufbau von Monceaux: Die Flügel im Dach, klar getrennt von den höher gezogenen Eckbauten, und die straffe Gliederung der Fassaden durch Kolossalordnungen [18]). Der Mittelbau ist wesentlich länger als die Seitenflügel, was eine Unterbrechung und stärkere Betonung der Mitte durch einen Pavillon (mit Kuppelbedachung) von ähnlichen Abmessungen, wie die Eckpavillons zur Folge hatte. Für die Ausbildung der vierten Seite hat zweifellos Verneuil als Vorbild gedient, nur ist der Eingangspavillon bedeutender und zu dem Mittelpavillon des Hauptflügels in Beziehung gesetzt, so daß eine ringsum geschlossene Baugruppe, ähnlich wie zu Ecouen entstand.

Coulommiers-en-Brie (Abb. 10).

Salomon de Bosse greift bei dem ehemaligen (ums Jahr 1613 erbauten) Schloß zu Coulommiers wieder auf die Grundrißanordnung Du Cerceaus in seinem ersten Entwurf für Verneuil zurück, in dem auch er die Ecken durch zwei Pavillons flankierte, jedoch sind sie nicht gleichwertig, sondern die in den Fluchten der Flügel liegenden, im Grundriß und Aufbau dominierend, ausgebildet. Die Mitte des Mittel- und auch des einen Seitenflügels ist durch einen Pavillon betont nach Art des Mittelpavillons von Monceaux. Die größte Bedeutung von Coulommiers liegt jedoch darin, daß nunmehr die vierte Seite des Rechtecks ganz offen ist. Coulommiers ist also als erstes Beispiel der völlig entwickelten Uform anzusehen. Die Gruppierung und Silhouettierung der Massen zeigt den Typus des französischen Palastes der früheren Barockzeit [19]).

[15]) Den ersten hier abgebildeten Entwurf hat Du Cerceau für Philipp de Boulainvillier gefertigt. Der Herzog von Nemours, der später das Schloß erwarb, ließ unter anderen Abänderungen, statt der zwei Pavillons je nur einen größeren ausführen.

[16]) In den französischen Barockschlössern wurden gleichwertige kleinere Treppen in größerer Zahl versteckt im Gebäude untergebracht. Diese Tatsache hat wohl zu der irrtümlichen Annahme geführt, daß die deutschen Barockmeister, insbesondere Neumann (Würzburg), die Erfinder der prächtigen Schloßtreppen gewesen seien. Ich meine dagegen, Du Cerceaus Haupttreppe in Verneuil, die Neumann sicherlich durch dessen Schriften oder durch Augenschein (gelegentlich seiner französischen Reise) kennen lernte, dem Würzburger Meister die erste Anregung gegeben hat. Daneben haben ihn natürlich auch italienische, insbesondere Genueser (sowie die von Iuvara und Rossi) Treppenanlagen sowie das Schleißheimer Treppenhaus beeinflußt. Die Paläste de Cottes und Massols in Straßburg zeigen eine ganz unfranzösische Weiträumigkeit und Betonung des Haupttreppenhauses, es liegt deshalb die Vermutung nahe, daß sie durch deutsche Schlösser, insbesondere das von Würzburg, beinflußt sind. Es würde also eine höchst merkwürdige Wechselwirkung zwischen de Cotte und Neumann vorliegen, die auch in anderer Hinsicht feststellbar ist. (Neumann hat die Fassaden seiner späteren Profanbauten, wie Dikasterialgebäude in Ehrenbreitstein und Kloster zu Oberzell zweifellos den Palastfassaden de Cottes in Straßburg nachgebildet.) Neumanns Würzburger Treppenhaus dürfte dann seinerseits wieder den Italiener Vanvitelli zu seiner Prachttreppe im Schlosse zu Caserta (1752 begonnen) angeregt haben.

[17]) In seiner Baukunst der Renaissance in Frankreich (Handbuch der Architektur).

[18]) Sehr interessant ist Geymüllers Feststellung, daß Monceaux das erste Beispiel — nicht nur in Frankreich — der Anwendung einer Kolossalordnung an einer ganzen Fassade (früher also noch als Michelangelos Kapitolspaläste, da die Ausführung des ersten im Jahre 1564 begonnen, während Monceaux bereits 1555 bewohnt wurde).

[19]) Auch in stilistischer Hinsicht ist Coulommiers bemerkenswert. Während die Fronten nach dem Hof zu die reichen, schmuckfrohen Formen des dekorativen Barock zeigen, sind die Außenfronten und die Eckpavillons in einem strengen Stil gehalten, den de Brosse auch im Luxemburg-Palais angewandt und den er nachgewiesenermaßen vom Palazzo Pitti entlehnt. (Maria von Medici ließ sich von ihren Verwandten in Florenz die Pläne von Pitti kommen, als Anhaltspunkt für den Neubau ihres Luxemburgpalastes.)

Hotelbauten[20]), Typ in Abb. 12 und 13.

Mit Coulommiers ist der Typ der Uförmigen Anlage, wie wir gesehen, völlig ausgebildet[21]). Die städtischen „Hotels" eines Métèzeau, Levau, Lemuet, Marot, Mansart, de Cotte und anderer, von denen die frühesten noch aus dem ersten Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts stammen, stellen nur eine Abwandlung und sinngemäße Vereinfachung jener Landschlösser dar. Die veränderten Bedürfnisse hatten eine Verringerung der Abmessungen und — zunächst wenigstens[22]) — Vereinfachung des Grundrisses wie des Aufbaues zur Folge: Wenig Risalite, strenger Aufbau mit gleich hohen Flügeln und Dächern mit durchgehenden Dachfirsten, keine Dachaufbauten. Zum Schutz des Cour d'honneur gegen den Staub und die Neugierde der Straße wurde die vierte offene

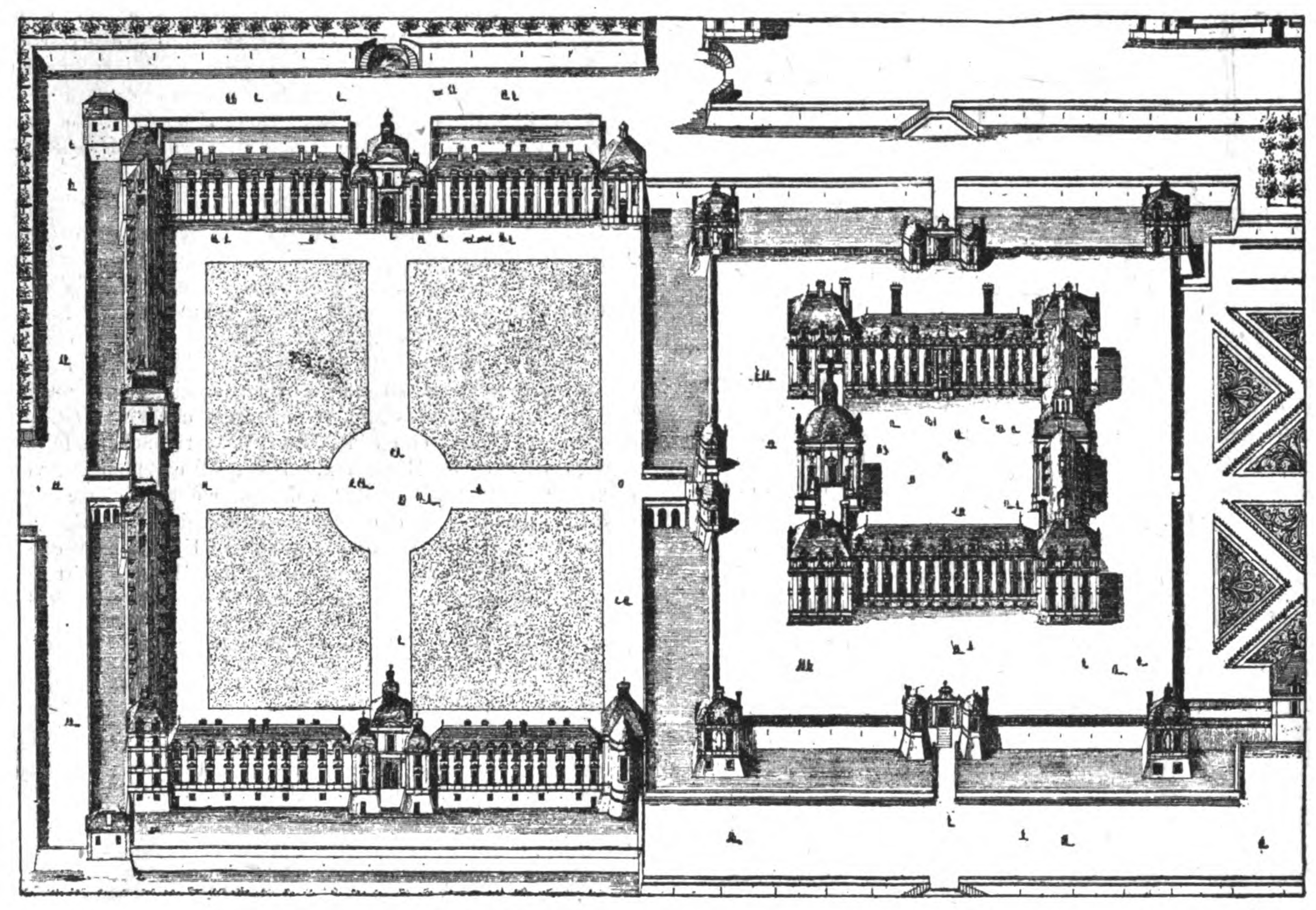


Abb. 9.

Seite meist mit einer hohen, nur durch den Haupteingang unterbrochenen Mauer abgeschlossen, man griff also wieder zu einem Motiv der Frührenaissanceschlösser, das aber damals anderen Ursachen (Schutz gegen die Feinde) seine Entstehung verdankte[23]). Eine weitere Reminiszenz aus der heimischen Renaissance zeigen eine große Zahl von Hotels in der Anordnung eines Neben- oder Wirtschafts-Hofes (basse cour), der aber gleichfalls den veränderten Verhältnissen entsprechend umgestaltet und durch einen eingeschossigen kurzen Querflügel (dessen Aufbau in Beziehung zu den Hauptflügeln gebracht), gegen die Straße abgeschlossen ist.

Die Entwickelung in Deutschland.

Der Uförmige Grundriß war in Deutschland natürlich ebenso wie in Frankreich und anderswo schon seit dem Mittelalter bekannt. Allein er wurde damals entweder nur bei Gebäuden für wirtschaftliche und rein praktische Zwecke (z. B. Wirtschafts- und Stallgebäude[24]) verwendet oder wo wir ihn auch bei Wohn- und Schloßgebäuden antreffen, verdankt er seine Entstehung einer Zufälligkeit, etwa dem Zwang der örtlichen Lage (z. B. Schloß Hinnenburg in Westfalen), und kam dann in unentwickelter, verkümmerter Gestalt zum Ausdruck.

Die frühesten, frei entwickelten, wenn auch noch nicht völlig ausgebildeten Beispiele Uförmiger Schloßbauten in Deutschland oder von Entwürfen zu solchen — es sind dies[25]) die Schlösser Horst und Coesfeld in Westfalen und auch die Schloßentwürfe Furthenbachs — zeigen so unverkennbar den Einfluß ganz bestimmter französischer Vorbilder, daß es kaum noch des Hinweises auf die Entstehungszeiten bedarf, um diesen das Recht der Primogenität zuzuerkennen. Ich glaube, sechs verschiedene Gruppen deutscher Schloßbauten feststellen zu können;

[20]) Außer den in den Abb. 12 und 13 dargestellten Hotels sind noch weitere charakteristische, etwas reichere Beispiele: Hotel de Lyonne und Hotel Chevreuse, beide in Paris.

[21]) Der Hauptbau des von Lemercier im Jahre 1627 erbauten Riesenschlosses Richelieu zu Poitou (Abb. 11) stellt nur eine reinere Form des U-Grundrisses dar, insofern hier die seitlichen zweiten Pavillons wieder in Wegfall gekommen sind.

[22]) Ernst Marot, Fr. Mansart und nach ihnen R. de Cotte kamen wieder auf eine bewegtere Massengruppierung zurück: mit einem Corps de Logis, niederen Seitenflügeln, erhöhten Eckpavillons und infolgedessen selbständige Bedachung der einzelnen Bauteile.

[23]) So gelangt man auch auf dem Gebiet der Baukunst oft auf verschiedenen Wegen zu demselben Ziel.

[24]) Auch die sogenannte Metzig in Straßburg (1588 von Schoch erbaut), gehört hierher.

[25]) Die Beschreibung der einzelnen Bauwerke s. später.

deren Anlage sich direkt von ebensoviel verschiedenen französischen Schlössern herleiten läßt. Mehrere dieser Gruppen bestehen allerdings aus nur vereinzelten Beispielen, was allerlei Umständen zuzuschreiben ist, so z. B., daß sie allmählich in Vergessenheit gerieten (Horst) oder von zeitgemäßeren Vorbildern überholt wurden (Furthenbachs Entwürfe), oder lediglich der Augenblickslaune eines Baumeisters ihre Entstehung verdankten (Nordkirchen).

Horst[26]) in Westfalen.

Von Arndt Johannsen im Jahre 1559 erbautes Schloß. Die Gesamtanlage, insbesondere die Flankierung der Ecken durch je zwei herangezogene Pavillons, weist unzweideutig auf Schloß Verneuil hin, dabei hat der Umstand, daß hier der eine Pavillon mit einem Giebeldach statt einem Turmwalm abgeschlossen ist, wenig zu bedeuten. Auch die dekorative Ausbildung der Fassaden läßt einen weitgehenden Einfluß Du Cerceaus auf den niederdeutschen Meister beinahe als sicher erscheinen. Deutsch sind der Pavillongiebel und der Aufbau der Pavillontürme, der zwar mehr an mittelalterliche Festungstürme erinnert, als an die Pavillons von Verneuil. Ein ähnliches System zeigt das allerdings unausgebaute Schloß Havestadt (1563 bis 1572), Schloß Ahaus, ein westfälisches Barockschloß (erbaut 1690 bis 1693), zeigt zwar in der Gesamtanlage den Typ[27]) des nordisch-klassizistischen Schlosses jener Spätzeit, aber die an den Enden der beiden Seitenflügel angesetzten, mächtigen, die ganze Baugruppe dominierenden Ecktürme[28]) erinnern so lebhaft an die Horster Pavillontürme, daß ich Ahaus doch zur Gruppe Horst rechnen möchte.

Friederiksborg, das von unbekanntem Meister 1602—1625 in Dänemark erbaute Schloß[29]), gehört seiner stilistischen Haltung nach völlig zum deutschen Kunstgebiet. Seine Anlage ist dem Schloß Bury nachgebildet, nur unter Weglassung der runden Ecktürme. Der einstöckige Flügel der vierten Seite steht aber mit seiner reichen Arkadengliederung der Renaissance viel näher, als die noch ganz mittelalterliche Mauer seines französischen Vorbildes. Der Aufbau zeigt im ganzen wie im einzelnen die Formen der niederländisch-deutschen Renaissance und mutet deshalb viel deutscher an als Schloß Horst.

Schloßentwurf von Furthenbach d. Ae.[30]).

In seinen „architectura recreatonis“ (erschienen im Jahre 1640) bringt der schwäbische Baumeister Jos. Furthenbach d. Ae. (1591—1667) die Ansicht eines „adeligen Schlosses und Lustgartens“. Der Hauptbau des umfangreichen Baukomplexes zeigt allerdings eine vollkommene Hufeisenform, wie sie zu damaliger Zeit zweifellos in Deutschland ganz neu war. Habicht schließt nun weiter: „Da die Neuerungen in den französischen Anlagen aber erst 20—30 Jahre später auftauchen, gebührt F.s Plänen zum mindesten das Recht der Priorität“, durch die vorstehenden Untersuchungen glaube ich nun den einwandfreien Beweis erbracht zu haben, daß diese Neuerungen in Frankreich bereits 1613 — oder wenn man will 1627 (Schloß in Poitou) — zur Ausführung gekommen sind. Selbst wenn man annehmen wollte, daß Furthenbachs architectura recreationis schon zehn Jahre vor ihrem Erscheinen, also etwa 1630, geschrieben wurde, was übrigens sehr unwahrscheinlich ist, da Furthenbach damals eine Reihe anderer umfangreicher Arbeiten unter der Feder hatte, selbst dann würde den französischen Schlössern das Recht der Priorität gebühren. Noch auffälliger aber als die Uform des Hauptbaues ist bei Furthenbachs Plänen die starke Betonung der Mittelachse und die Orientierung des gesamten Bau- und Gartenkomplexes nach dieser sowie die architektonische Anlage des Gartens. Das alles ist oder war vielmehr damals so undeutsch, daß sich die

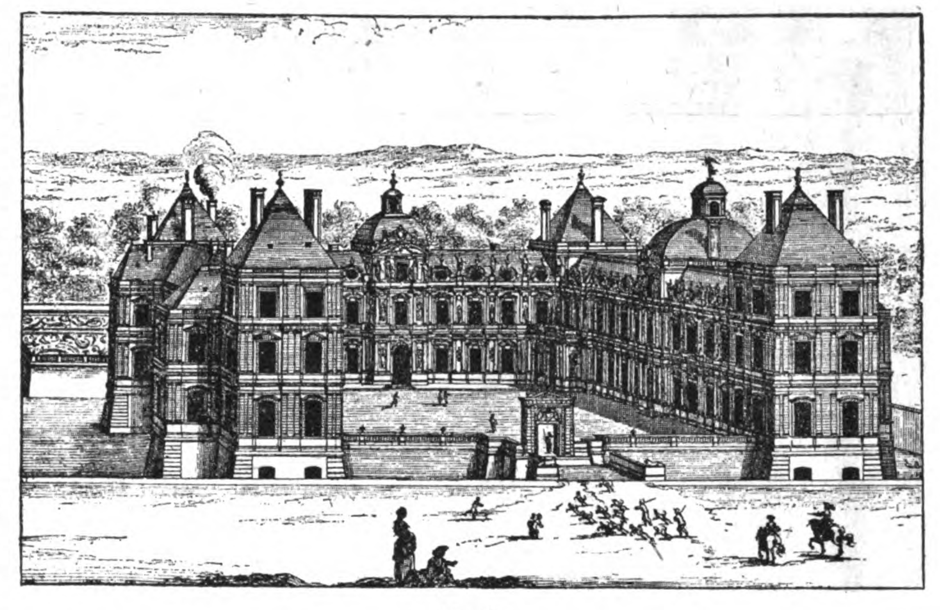


Abb. 10.

Annahme eines fremden Einflusses einem unwillkürlich aufdrängt. Nun waren zu damaliger Zeit die 1576—1579 erschienenen Veröffentlichungen Du Cerceaus französischer Schloßbauten in der ganzen Fachwelt, und so wohl auch Furthenbach wohlbekannt. Vergleicht man die Gesamtanlage der dort abgebildeten Schlösser nach Art derjenigen von Bury mit Furthenbachs Entwurf, so leuchtet ohne weiteres ein, woher die Anregung gekommen. Um nun wieder auf den Hauptbau zurückzukommen, so behaupte ich, daß nicht einmal dieser ein originaler Gedanke des Ulmer Stadtbaumeisters ist. Furthenbach hielt sich ein Jahr lang (wohl um 1606) in Florenz auf. Etwa 20 Jahre früher wurden dort von Ammanati die Hofflügel des Palazzo Piti (Abb. 14 u. 15) vollendet. Die Aehnlichkeit der räumlichen Wirkung dieses Hofes und der Massengliederung seiner Flügel mit Furthenbachs Entwurf ist unverkennbar. Rein deutsch sind bei dem adeligen Schloß eigentlich nur die kleine Stockwerksteilung, die steilen steifen Giebeldächer und die naiv-phantastische Ausbildung der architektonischen Einzelheiten[31]).

26) Abbildungen in Alt-Westfalen, die Bauentwickelung Westfalens seit der Renaissance von Engelbert Freihr. von Kerckering zur Borg und Richard Klapheck.

27) Siehe später.

28) Daß das von G. Riedinger (1605—1614) erbaute Schloß Aschaffenburg — ebenso wie Schloß Seehof in Franken — von manchen Architekturschriftstellern in Zusammenhang mit Horst gebracht wird, verdankt es wohl dem Vorhandensein ähnlicher Ecktürme. Da es aber ein geschlossenes Viereck bildet, mit gleichhohen Flügeln, gehört es einer ganz anderen Entwickelungsreihe an, und zwar derjenigen von Schloß Ancy-le-France (vgl. Fußnote 11, Seite 4).

29) Abbildung in G. v. Bezold, die Baukunst der Renaissance in Deutschland, Holland, Belgien und Dänemark, Leipzig 1908.

30) Abbildungen in der eingangs (Fußnote 1, Seite 1) erwähnten Abhandlung C. Habichts.

31) Im Gegensatz zu oben geschildertem Entwurf Furthenbachs, der im wesentlichen als eine Kombination französischer und italienischer Gedanken aufzufassen ist, sind die Schloßentwürfe eines anderen deutschen Architekturtheoretikers damaliger Zeit, Nikolaus Persons († 1710 zu Mainz), auf rein französischer Grundlage — Vorbild etwa das Schloß Richelieu zu Poitou und die Hotelbauten — aufgebaut.

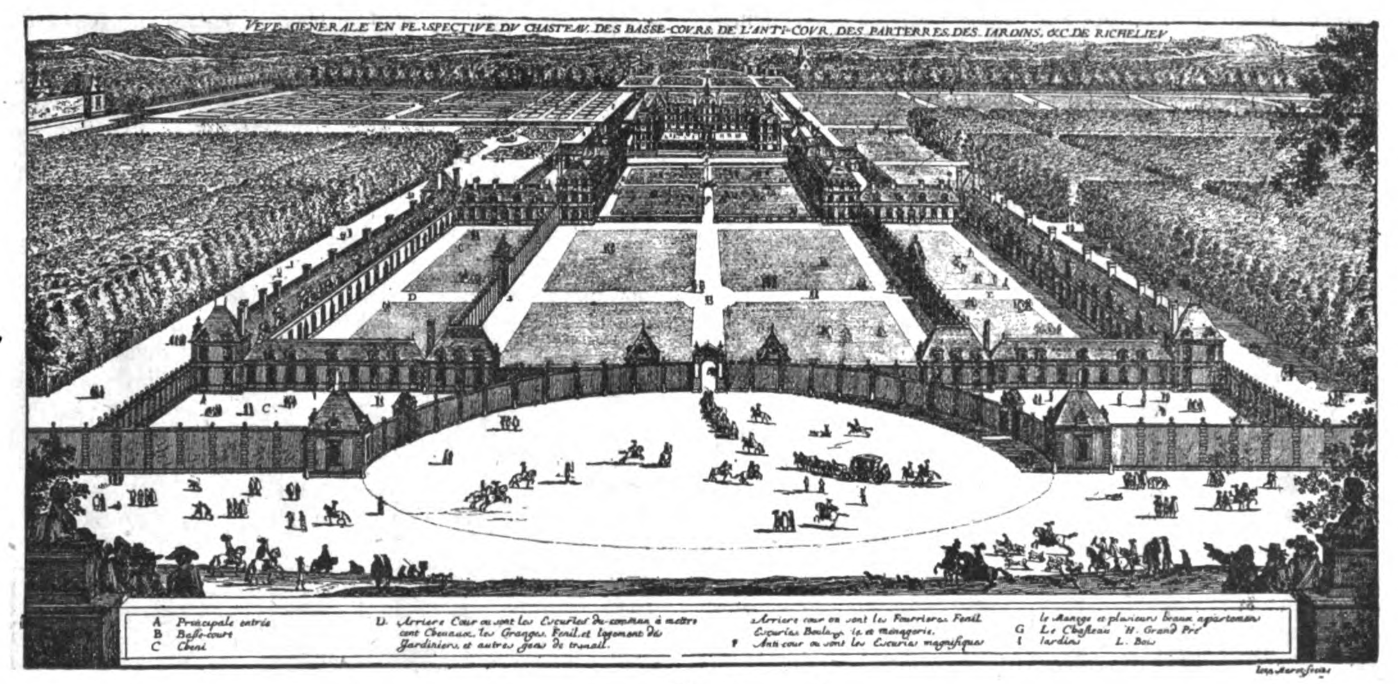


Abb. 11.

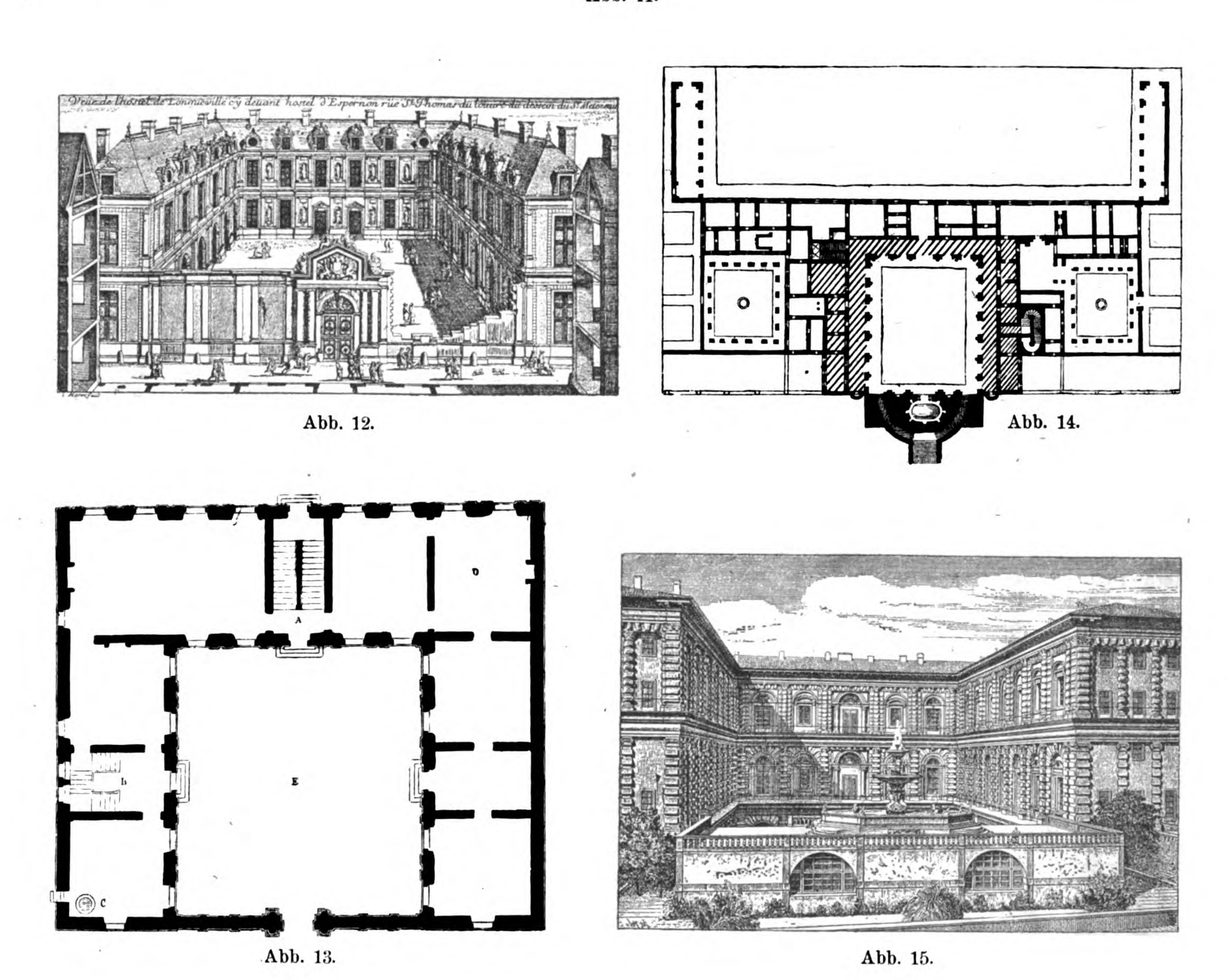


Abb. 12.

Abb. 14.

Abb. 13.

Abb. 15.

Coesfeld in Westfalen[32]).

Das Residenzschloß Luidgerusburg zu Coesfeld, 1655—59 von Peter Pistorius d. Ae. erbaut, 1688 abgetragen, ist, wie die vorhergehenden deutschen Beispiele, ein Wasserschloß inmitten umfangreicher Befestigungsanlagen. Das System der Symmetrie ist noch konsequenter durchgeführt als bei Furthenbachs Schloßentwurf, insofern ihm auch die Nebengebäude unterworfen sind. Grundriß und Aufriß des Schlosses weisen deutlich auf Ecouen und Monceaux-en-Brie hin. Von Ecouen hat das Coesfeldsche Schloß insbesondere auch die Anordnung der schwach vortretenden Mittelrisalite, während die Bedachung (selbständige Abwalmung jedes einzelnen Traktes) und die Gliederung der Fassaden durch Kolossalordnungen mehr auf Monceaux zurückzuführen sind. Einen Schritt weiter aber als die Baumeister von Ecouen und Monceaux geht Pistorius in der Entwickelung der Uform, insofern er die vierte Seite gänzlich öffnet und den Hof nur durch ein niederes Gitter abschließt.

Eine noch viel weitreichendere Bedeutung hat Monceaux in Verbindung mit Coulommiers für die Schloßbaukunst in Süddeutschland gewonnen. Die großen fränkischen Baumeister, Leonhard und Johan Dientzenhofer und Balthasar Neumann sowie auch der westfälische Barockmeister Johann Conrad Schlaun (der letztere jedoch durch nordische Einflüsse modifiziert), verdanken dem berühmten Bau Primaticcios offenbar die wesentlichste Anregung zu ihren bedeutendsten Schlössern in Bamberg und Pommersfelden, Heubach und Würzburg[33]). Was diese Barockschlösser hauptsächlich von früheren deutschen und französischen Anlagen unterscheidet, ist die weite Dehnung der Hufeisenform, die durch Kürzung der Seitenflügel und Verlängerung des Mittelflügels bewirkt wird. Die bedeutende Verlängerung des Mittelflügels ist weiterhin der eine Grund[34]) für die starke Betonung seines Mitteltrakts. Im Aufbau zeigen Pommersfeld und Heubach mehr selbständige deutsche Elemente als Würzburg, das noch stark unter dem indirekten (auf dem Umweg über Wien) italienischen Einfluß steht.

32) Abbildungen in dem Werk Alt-Westfalen.

33) Bei Neumanns Schloß zu Werneck weist dagegen das Hinausrücken der Eckpavillons aus dem Hauptbaukörper der Flügel mehr auf Ecouen hin.

34) Der andere Grund liegt in der veränderten Raumgestaltung: Die Anlage eines mächtigen Festsaales in Verbindung mit dem Haupttreppenhaus in der Mittel- und Hauptachse des Bauorganismus.

Nordkirchen in Westfalen[35]).

Das Schloß von Gottfried Laurenz Pistorius, in den Jahren 1703—1712 erbaut, wurde schon das westfälische Versailles genannt. Und in der Tat weist die Gesamtanlage des Baukomplexes eine auch wohl beabsichtigte Uebereinstimmung mit der Gruppierung der Versailler Bauten Ludwigs XIII. auf: Zurücktreten der Seitenflügel des Hauptbaues wie der Nebenbauten und dadurch eine starke perspektivische Tiefenwirkung auf den Mittelflügel des Hauptbaues hin. Aehnlich wie bei Schloß Ahaus steht diesem französischen Bauprogramm eine rein deutsch-niederländische Ausführung des Aufbaues gegenüber. Nachahmung hat diese eigentümliche Schloßanlage m. W. in Deutschland keine gefunden.

Die klassizistischen Barockschlösser.

Vor allem in norddeutschen Landen, in Westfalen (Münster), Schlesien, Westpreußen (Finkenstein) sowie in den nordischen Reichen (Kopenhagen). Sie fußen ihrer Anlage nach auf den französischen Hotelbauten, und zwar denen mit strengerem Aufbau von Anfang des XVII. Jahrhunderts. Im Aufbau zeigen namentlich die deutschen Bauten — im Gegensatz zu den französischen Vorbildern — eine starke Betonung des Mittelflügels (als Dominante). Auch ist die vierte, der Straße zu gelegene Seite meist nicht mehr mit einer Mauer, sondern nur durch ein Gitter abgeschlossen[36]). Die architektonische Gliederung und Detaillierung schließt sich in Nordwestdeutschland und den nordischen Ländern dem niederländischen Klassizismus an, während in Mittel- und Süddeutschland der französische Stilcharakter, im östlichen Deutschland (Schlesien) Wiener barocke Elemente vorherrschend sind. In Südwestdeutschland vermittelt den Einfluß der französischen Hotelbauten ein Deutschfranzose, Nikolaus Person († 1710 in Mainz), der zwar von Geburt Franzose, aber seine ganze Ausbildung in Deutschland (Mainz) genossen. In seinen Architekturen verwendet er eine Mischung französischer und deutscher Baugedanken[37]) und hat damit einen wesentlichen Anteil an der Entwickelung der rheinisch-fränkischen Barockarchitektur.

35) Abbildungen in „Alt-Westfalen".

36) Auch hier zeigt sich also wie bei der Gruppe Coesfeld die Tendenz des Deutschen, die Pracht seines Heims zu zeigen, während der Franzose sie vornehm vor den Augen der Unbefugten verbirgt.

37) Sein Stadioner Hof (dargestellt in seiner Schrift: „Novum architecturae speculum") zeigt eine Anordnung ganz ähnlich derjenigen des Hotels de Luynes von Métézeaux (Abb. 12), sogar die sonst in Deutschland unbekannte Hofmauer hat er übernommen.

Die Theorie des Balkens in der technischen Elastizitätslehre.

Von Dr. Georg Prange, Privatdozent (Hannover).

(Fortsetzung und Schluß.)

§ 4. Die Extremalprinzipien.

Für die Folge soll die Befestigung des Balkens so gewählt gedacht werden, daß die Anfangsscheibe a festgestellt wird, daß also immer

$$31)\quad \Delta s_a = 0,\quad \Delta u_a = 0,\quad \Delta \chi_a = 0$$

ist. Der Ansatz 15) des Prinzips der virtuellen Verrückungen vereinfacht sich dann, wenn noch für die Formänderungsarbeit der Ausdruck 25) benutzt und auf 26) geachtet wird, zu

$$32)\quad 0 = \Pi_b\, \delta\Delta s_b + \mathrm{K}_b\, \delta\Delta u_b + \mathrm{M}_b\, \delta\Delta\chi_b + \\ + \int_a^b (\Pi\, \delta\Delta s + \mathrm{K}\, \delta\Delta u + \mathrm{M}\, \delta\Delta\chi)\, ds - \int_a^b \delta\psi\,(p, q, m)\, ds.$$

Werden nun die Einzelkräfte $\Pi_b, \mathrm{K}_b, \mathrm{M}_b$ als feste Konstante und die kontinuierlich verteilten äußeren Kräfte als bestimmt gegebene Funktionen von s angesehen, so stellen die Einzelglieder und das erste Integral die Variation des folgenden Ausdrucks vor

$$33)\quad -\Phi = \Pi_b\, \Delta s_b + \mathrm{K}_b\, \Delta u_b + \mathrm{M}_b \cdot \Delta\chi_b + \\ + \int_a^b (\Pi(s) \cdot \Delta s + \mathrm{K}(s)\, \Delta u + \mathrm{M}(s)\, \Delta\chi)\, ds,$$

worin die Verrückungen $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ als variable Funktionen von s und ihre Endwerte Δs_b, Δu_b, $\Delta\chi_b$ als Veränderliche im gewöhnlichen Sinne angesehen werden sollen. Solche Ausdrücke, in denen Funktionen gewissermaßen die Rolle der unabhängigen Veränderlichen übernehmen, werden Funktionale genannt; mit ihnen beschäftigt sich die Variationsrechnung[18]). Der Ausdruck Φ zeigt aller-

18) Unter einem Funktional versteht man in der Mathematik eine veränderliche Größe, deren Wert von allen Werten einer Funktion (bzw. mehrerer Funktionen) in der Weise abhängt, daß der Wert des Funktionals erst berechnet werden kann, wenn die Funktion in einem gewissen Bereich gegeben ist.

Es seien z. B. zwei Punkte $P_1(x_1, y_1)$ und $P_2(x_2, y_2)$ gegeben, und man frage nach der Länge S aller Linien, durch

dings insofern einen gemischten Charakter, als er außer von allen Werten der drei Funktionen Δs, Δu, $\Delta\chi$ noch von den gewöhnlichen Veränderlichen Δs_b, Δu_b, $\Delta\chi_b$ abhängt. Diese Abhängigkeit werde angedeutet durch die Schreibweise

33a) $\Phi = \Phi\,[\Delta s(s), \Delta u(s), \Delta\chi(s)|;\ \Delta s_b, \Delta u_b, \Delta\chi_b]$.

Der Ausdruck Φ [19]) stellt die potentielle Energie der äußeren Kräfte vor, seine (negativ genommenen) Ableitungen nach den Verrückungskomponenten sind direkt gleich den äußeren Kräften. Für die Verrückungen Δs_b, Δu_b, $\Delta\chi_b$ sind dabei die Ableitungen im gewöhnlichen Sinne zu nehmen

$$\Pi_b = -\frac{\partial\Phi}{\partial\Delta s_b},\quad K_b = -\frac{\partial\Phi}{\partial\Delta u_b},\quad M_b = -\frac{\partial\Phi}{\partial\Delta\chi_b},$$

für die Funktionen $\Delta s(s)$, $\Delta u(s)$, $\Delta\chi(s)$ aber die funktionalen Ableitungen [20]) in irgendeinem Punkte s der Balkenachse

welche sich diese beiden Punkte verbinden lassen. Diese Länge ist ein Funktional. Wenn nämlich die Kurve, welche die beiden Punkte P_1 und P_2 verbinden soll, gezeichnet vorliegt, d. h. wenn

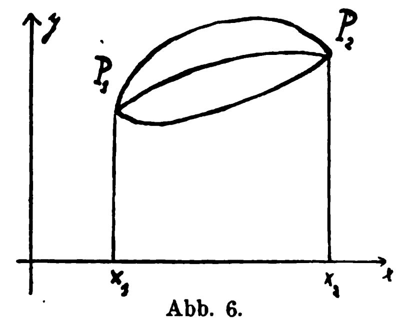


Abb. 6.

die zugehörige Funktion $y(x)$ im ganzen Intervall x_1 bis x_2 vorgegeben ist, so kann die Länge S aus der Formel

$$S = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx$$

berechnet werden. Für jede Wahl der Funktion $y(x)$ hat die Länge einen bestimmten Wert; sie ist ein Funktional der im Intervall $x_2 - x_1$ beliebig zu wählenden Funktion $y(x)$.

Ein solches Funktional möge mit $S\,[y(x)|]$ bezeichnet werden, wobei die eckige Klammer auf die Abhängigkeit von einer Funktion, die hier die Stelle der unabhängigen Veränderlichen vertritt, aufmerksam machen soll, während der Strich andeuten soll, daß die Funktion $y(x)$ in einem ganzen Bereich, hier $(x_2 - x_1)$, gegeben sein muß.

[19]) Er wird auch das „Virial" der äußeren Kräfte genannt.

[20]) Der Begriff der **Ableitung** wird auf **Funktionale** in folgender Weise übertragen: Die Funktion, von der das Funktional abhängt, ist in einem bestimmten Bereiche vorgeschrieben zu denken, womit dem Funktional ein bestimmter Wert zugewiesen ist. In dem Bereiche wird nun ein bestimmter Punkt gewählt und in der Umgebung dieses Punktes die Funktion, von der das Funktional abhängt, ein wenig abgeändert, so daß von der ursprünglichen und der neuen Kurve ein gewisses Gebiet eingeschlossen wird. Für die abgeänderte Kurve nimmt das Funktional wieder einen bestimmten Wert an. Man subtrahiert von diesem Wert den Wert des Funktionals für die ursprüngliche Kurve und dividiert die Differenz durch den Flächeninhalt des von beiden Kurven umschlossenen Gebietes.

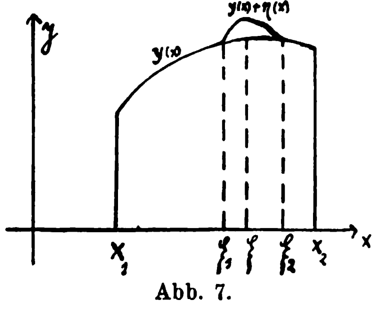


Abb. 7.

Der Grenzwert, dem dieser Quotient zustrebt, wenn das umschlossene Gebiet sich mit allen Dimensionen der Null nähert, ist die **funktionale Ableitung des Funktionals an der betrachteten Stelle des Bereichs.**

In dem oben behandelten Beispiel der Bogenlänge möge in dem Funktional

$$S\,[y(x)|] = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx$$

eine bestimmte Funktion $y(x)$ eingesetzt sein. Um die funktionale Ableitung an einer Stelle $x = \xi$ des Intervalls zu bilden, hat man nach der eben gegebenen Vorschrift in der Umgebung dieser Stelle, etwa von $x = \xi_1$ bis $x = \xi_2$ die ursprüngliche Funktion $y(x)$ durch eine andere Funktion zu ersetzen. Versteht man unter $\eta(x)$ eine Funktion, welche in den Intervallen x_1 bis ξ_1 und ξ_2 bis x_2 identisch Null ist und nur im Intervall ξ_1 bis ξ_2 von Null verschieden, so wird die Nachbarkurve durch die Funktion $\quad y(x) + \eta(x)$
im ganzen Bereich x_1 bis x_2 dargestellt. (Es möge dabei noch vorausgesetzt werden, daß die Funktion $\eta(x)$ im Intervall ξ_1 bis ξ_2 ihr Zeichen nicht wechselt.)

Der für diese neue Funktion gebildete Wert des Funktionals ist

$$S\,[y(x)+\eta(x)|] = \int_{x_1}^{\xi_1} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx + \int_{\xi_1}^{\xi_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\frac{d\eta}{dx}\right)^2}\,dx + \int_{\xi_2}^{x_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx.$$

Wenn davon der Wert des Funktionals für die ursprüngliche Kurve

$$S\,[y(x)|] = \int_{x_1}^{\xi_1} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx + \int_{\xi_1}^{\xi_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx + \int_{\xi_2}^{x_2} \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx$$

subtrahiert wird, so ergibt sich als Differenz

$$\Delta S = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \left\{ \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\frac{d\eta}{dx}\right)^2} - \sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \right\} dx$$

oder, wenn auf den Integranden der erste Mittelwertsatz der Differentialrechnung angewendet wird,

$$\Delta S = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \frac{d\eta}{dx} \cdot \left\{ \frac{\frac{dy}{dx} + \theta(x)\frac{d\eta}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\theta(x)\frac{d\eta}{dx}\right)^2}} \right\} dx \left[\begin{matrix} 0 \leq \theta(x) \leq 1 \\ \text{für } \xi_1 \leq x \leq \xi_2 \end{matrix}\right].$$

Wird hier partiell integriert und beachtet man, daß $\eta(x)$ für ξ_1 und ξ_2 verschwindet, so folgt

$$\text{a)}\quad \Delta S = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta(x) \left\{ -\frac{d}{dx} \left[\frac{\frac{dy}{dx} + \theta\frac{d\eta}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\theta\frac{d\eta}{dx}\right)^2}} \right] \right\} dx.$$

Da nun $\eta(x)$ im Intervall ξ_1 bis ξ_2 nach Voraussetzung sein Zeichen nicht wechseln sollte, so kann hierauf der zweite Mittelwertsatz der Integralrechnung angewendet werden, so daß dann

$$\Delta S = \left\{ -\frac{d}{dx} \left[\frac{\frac{dy}{dx} + \theta\frac{d\eta}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\theta\frac{d\eta}{dx}\right)^2}} \right] \right\}_{x=\bar{\xi}} \cdot \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta(x)\,dx$$

wird, wobei $\bar{\xi}$ ein Mittelwert im Intervall ξ_1 bis ξ_2 ist. Der Quotient aus dieser Differenz und dem von beiden Kurven umschlossenen Gebiet

$$\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta(x)\,dx$$

ist somit gleich $\left\{ -\frac{d}{dx} \left[\frac{\frac{dy}{dx} + \theta\frac{d\eta}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}+\theta\frac{d\eta}{dx}\right)^2}} \right] \right\}_{x=\bar{\xi}},$

und der Grenzwert dieses Ausdrucks für $\xi_1 = \xi_2 = \xi$ und $\eta(x) = 0$ im ganzen Intervall ξ_1 bis ξ_2 ist die gesuchte funktionale Ableitung. Da der Grenzübergang so eingerichtet werden kann, daß mit $\eta(x)$ auch $\frac{d\eta}{dx}$ gegen Null geht und da der im Intervall ξ_1 bis ξ_2 gelegene Wert $\bar{\xi}$ gegen ξ geht, ergibt sich als Ausdruck der funktionalen Ableitung

$$\text{b)}\quad S'\,[y(x)|;\xi] = -\left\{ \frac{d}{dx} \left[\frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} \right] \right\}_{x=\xi}.$$

(Wegen der besonders einfachen Natur des Beispiels hat sich ergeben, daß die funktionale Ableitung nur von dem Verhalten der Funktion $y(x)$ an der Stelle $x = \xi$ abhängt. Das gilt auch von den funktionalen Ableitungen des Funktionals Φ des Textes. Im allgemeinen hängt die funktionale Ableitung von allen Werten der Funktion $y(x)$ im Bereiche x_1 bis x_2 ab.)

$-\Phi_{\Delta s}(s) = \Pi(s), \quad -\Phi_{\Delta u}(s) = K(s), \quad -\Phi_{\Delta\chi}(s) = M(s).$

Das letzte Glied in dem Ansatz 32) des Prinzips der virtuellen Verrückungen ist die Variation der Formänderungsarbeit

$$\Psi = \int_a^b \psi\,(p, q, m)\,ds,$$

also der potentiellen Energie der inneren Kräfte; auch diese ist ein Funktional der Verrückungskomponenten Δs, Δu, $\Delta\chi$, wie man sofort erkennt, wenn man für die Formänderungsgrößen ihre Ausdrücke 12) in den Verrückungskomponenten einführt,

$$34)\quad \Psi\,[\Delta s, \Delta u, \Delta\chi] = \int_a^b \psi^*\left(\frac{d\Delta s}{ds}, \frac{d\Delta u}{ds}, \frac{d\Delta\chi}{ds}, \Delta s, \Delta u, \Delta\chi\right) ds.$$

Die Summe der beiden Ausdrücke Φ und Ψ

$$35)\qquad E = \Phi + \Psi$$

stellt die gesamte potentielle Energie der inneren und äußeren Kräfte vor, E ist aufzufassen als Funktional der Verrückungskomponenten. Der Ansatz 32) des Prinzips der virtuellen Verrückungen sagt dann aus, daß der Gleichgewichtszustand durch das Nullwerden der Variation des Funktionals E

$$36)\qquad \delta E = 0$$

gekennzeichnet wird, d. h. daß für den Gleichgewichtszustand die gesamte potentielle Energie, aufgefaßt als Funktional der Verrückungskomponenten, einen Extremwert besitze[21]).

Werden nach den Regeln der Variationsrechnung die Bedingungen für das Extremum von E aufgesucht, so ergeben sich drei Differentialgleichungen zweiter Ordnung für die Verrückungskomponenten, von denen z. B. die bei der Variation von Δs gewonnene die Gestalt besitzt

21) Wie später (§ 5) gezeigt werden wird, gilt für den elastischen Gleichgewichtszustand der Satz von Clapeyron, welcher aussagt, daß die aus den Gleichgewichtsbedingungen bestimmten Verrückungskomponenten die Gleichung

$$-\frac{1}{2}\,\Phi = \Psi$$

befriedigen. Schreibt man diese Beziehung von vornherein vor, läßt also bei der Variation für die Verrückungskomponenten nur solche Werte zu, welche dieser „Nebenbedingung" genügen, so formt sich das Extremalprinzip $\delta E = 0$ um in folgendes Prinzip: Der Gleichgewichtszustand ist durch

$$\delta\Psi = \delta\int_a^b \psi\,(p, q, m)\,ds = 0$$

unter der Nebenbedingung

$$-\frac{1}{2}\,\Phi = \int_a^b \psi\,(p, q, m)\,ds$$

gekennzeichnet, d. h. zur Ermittelung des Gleichgewichtszustandes ist die Formänderungsarbeit als Funktion der Verrückungskomponenten zu einem Extremum zu machen unter der Nebenbedingung, daß die Verrückungskomponenten die Clapeyronsche Gleichung erfüllen müssen.

(In der mehrfach erwähnten Parallele zur analytischen Dynamik würde der Clapeyronsche Satz dem Energieintegral entsprechen, und das Extremalprinzip $\delta E = 0$ steht in gleicher Weise mit diesem neuen Extremalprinzip Seite an Seite wie in der analytischen Dynamik das Prinzip der kleinsten Wirkung in der nach Hamilton benannten Form

$$\int (T - \Phi)\,dt = \text{Extrem.}$$

mit der Eulerschen Form

$\int T dt = $ Extrem. mit der Nebenbedingung $T + \Phi = $ Konst.).

Dieses neue Extremalprinzip ist von H. Lorenz formuliert. (Vgl. sein Lehrbuch der technischen Physik, Bd. 4, Technische Elastizitätslehre, München und Berlin 1913, S. 397.) Die Begründung, welche Lorenz für sein Prinzip gibt, ist freilich nicht stichhaltig, denn er bringt dieses Prinzip durcheinander mit einer Minimalforderung für die Formänderungsarbeit als Funktion der inneren Kräfte, wobei für diese die Gleichgewichtsbedingungen als Nebenbedingungen vorgeschrieben sind. Da beim Balken, soweit nicht „statisch unbestimmte" Einspannung an den Enden (§ 7) vorliegt, die Gleichgewichtsbedingungen die inneren Kräfte und damit auch die als deren Funktion angesetzte Formänderungsarbeit eindeutig bestimmen, kann hier von einer Variation in diesem Sinne nicht die Rede sein. (Vgl. Seite 129.)

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial\psi^*}{\partial\frac{d\Delta s}{ds}}\right) - \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta s} + \Pi(s) = 0 \quad \text{oder}$$

$$\frac{d}{ds}\left\{EF\left(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\right) - \frac{EZ}{\rho}\left[\frac{d\Delta\chi}{ds} - \frac{1}{\rho}\left(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\right)\right]\right\} -$$
$$-\frac{GF}{\varkappa\rho}\left[\frac{\Delta s}{\rho} + \frac{d\Delta u}{ds} - \Delta\chi\right] + \Pi = 0,$$

dazu treten dann noch drei Randbedingungen für den Endpunkt b. Da auch noch für den Endpunkt a die Anfangsbedingungen $\Delta s_a = \Delta u_a = \Delta\chi_a = 0$ bekannt sind, so bestimmen diese Differentialgleichungen und Randbedingungen die elastischen Verrückungen eindeutig.

Von diesem System der Differentialgleichungen wird man allerdings praktisch kaum Gebrauch machen, und es ist deshalb hier auch nicht vollständig angegeben worden. Man erkennt unmittelbar, was nach der Ableitung an sich selbstverständlich ist, daß die Differentialgleichungen aus den Gleichgewichtsbedingungen 20) für die inneren Kräfte dadurch hervorgehen, daß man in ihnen die inneren Kräfte durch ihre Ausdrücke in den Verrückungskomponenten ersetzt. Diese lauten nach 24) und 12)

$$37)\begin{cases} P = E\cdot F\left(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\right) - \frac{EZ}{\rho}\left[\frac{d\Delta\chi}{ds} - \frac{1}{\rho}\left(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\right)\right] \\ Q = \frac{GF}{\varkappa}\left(\frac{\Delta s}{\rho} + \frac{d\Delta u}{ds} - \Delta\chi\right) \\ M = EZ\left[\frac{d\Delta\chi}{ds} - \frac{1}{\rho}\left(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\right)\right], \end{cases}$$

und sind somit Differentialgleichungen erster Ordnung für die Verrückungskomponenten, wenn die inneren Kräfte bekannt sind. Es ist daher zweckmäßiger, statt die Verrückungskomponenten unmittelbar aus den drei Differentialgleichungen zweiter Ordnung zu bestimmen, erst das System 20) von drei Differentialgleichungen erster Ordnung für die inneren Kräfte P, Q, M, dann das System 37) der drei Differentialgleichungen erster Ordnung für die Verrückungskomponenten zu integrieren[22]).

22) Dies Verfahren der technischen Praxis möge hier auch für den geraden Balken näher ausgeführt werden. Die gesamte potentielle Energie E ist in diesem Falle, wenn außer $\Pi(x)$ und Π_b auch noch das kontinuierlich verteilte Moment $M(x) = 0$ genommen und für die Formänderungsarbeit der in der letzten Fußnote des vorigen Paragraphen bestimmte Wert eingeführt wird,

$$E = K_b\,\Delta y_b + M_b\left(\frac{d\Delta y}{dx}\right)_b + \int_a^b K\cdot\Delta y\,dx - \frac{E\cdot J}{2}\int_a^b\left(\frac{d^2\Delta y}{dx^2}\right)^2 dx.$$

Die Bedingung, daß dieser Ausdruck ein Extremum werden soll, führt zu der Differentialgleichung vierter Ordnung

$$E\cdot J\,\frac{d^4\Delta y}{dx^4} = K(x)$$

und zu den Randbedingungen

$$E\cdot J\left(\frac{d^2\Delta y}{dx^2}\right)_b = M_b, \quad -E\cdot J\left(\frac{d^3\Delta y}{dx^3}\right)_b = K_b,$$

welche zusammen mit den Anfangsbedingungen

$$(\Delta y)_a = 0, \quad \left(\frac{d\Delta y}{dx}\right)_a = 0$$

die Durchbiegung Δy als Funktion von x vollkommen bestimmen.

In der Technik knüpft man aber bei der Durchführung praktischer Aufgaben in der Regel nicht an diese Differentialgleichung vierter Ordnung an, sondern geht von den Gleichgewichtsbedingungen 7) für die inneren Kräfte aus. Wegen $M(x) = 0$ ergibt sich zunächst

$$\frac{dM}{dx} = -Q(x),$$

so daß als einzige Unbekannte das innere Moment $M(x)$ verbleibt, welches aus der Gleichung

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = K(x)$$

zu bestimmen ist, wozu noch die Randbedingungen

$$M(x_b) = M_b, \quad \left(\frac{dM}{dx}\right)_b = -K_b \quad \text{treten.}$$

Erst nachdem in dieser Weise das innere Moment $M(x)$ bestimmt ist, wendet man sich zur Ermittelung der Durch-

Auch wenn man nicht die Gesamtheit der Verrückungskomponenten, sondern nur die Verrückung in einer bestimmten Richtung, etwa die Durchbiegung senkrecht nach unten, bestimmen will, verfährt man so, daß man zuerst die inneren Kräfte aus den Gleichgewichtsbedingungen ermittelt und dann aus den Differentialgleichungen 37) für die Verrückungskomponenten durch passende Kombination eine Differentialgleichung für die Verrückung in der verlangten Richtung herleitet[23]).

Man wird daher versuchen müssen, die Extremumsforderung $\delta E = 0$ so abzuändern, daß sie statt zu den drei Differentialgleichungen zweiter Ordnung für die Verrückungskomponenten zu den sechs Differentialgleichungen erster Ordnung führt, von denen drei die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte vorstellen, während die anderen drei die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und den Verrückungskomponenten geben. Dieses gelingt durch Anwendung der **kanonischen Transformation**. Der Ausdruck E der gesamten potentiellen Energie hatte die Gestalt

$$38)\quad E = -\left\{\Pi_b \Delta s_b + K_b \Delta u_b + M_b \Delta\chi_b + \int_a^b (\varphi + \psi)\, ds\right\},$$

worin zur Abkürzung

$$38a)\quad \varphi(\Delta s, \Delta u, \Delta\chi) = \Pi\cdot\Delta s + K\cdot\Delta u + M\cdot\Delta\chi$$

gesetzt ist. Zur Durchführung der kanonischen Transformation müssen die Ableitungen des Integranden nach den Differentialquotienten der Verrückungskomponenten $\frac{d\Delta s}{ds}, \frac{d\Delta u}{ds}, \frac{d\Delta\chi}{ds}$ gleich neuen Veränderlichen gesetzt werden. Da nun φ von diesen Differentialquotienten gar nicht abhängt, so sind die Ableitungen von ψ nach diesen Differentialquotienten zu bilden und als neue Veränderliche einzuführen. Es gilt aber nach 12)

$$\frac{\partial\psi}{\partial\left(\frac{d\Delta s}{ds}\right)} = \frac{\partial\psi}{\partial p},\quad \frac{\partial\psi}{\partial\left(\frac{d\Delta u}{ds}\right)} = \frac{\partial\psi}{\partial q},\quad \frac{\partial\psi}{\partial\left(\frac{d\Delta\chi}{ds}\right)} = \frac{\partial\psi}{\partial m},$$

also sind nach 26) die neu einzuführenden Veränderlichen gerade die inneren Kräfte P, Q, M. Die Differentialquotienten der Verrückungskomponenten sind durch diese neuen Veränderlichen auszudrücken, was nach 37) zu den Beziehungen

$$39)\quad \frac{d\Delta s}{ds} = \frac{1}{EF}\left(P + \frac{M}{\rho}\right) + \frac{\Delta u}{\rho},$$

$$\frac{d\Delta u}{ds} = \frac{\varkappa}{G\cdot F}\cdot Q - \frac{\Delta s}{\rho} + \Delta\chi,\quad \frac{d\Delta\chi}{ds} = \frac{M}{EZ} + \frac{1}{EF\rho}\left(P + \frac{M}{\rho}\right)$$

führt, und dann ist an Stelle des Integranden $(\varphi + \psi)$ die neue Funktion

$$40)\quad H(P, Q, M, \Delta s, \Delta u, \Delta\chi) =$$
$$= \frac{d\Delta s}{ds} P + \frac{d\Delta u}{ds}\cdot Q + \frac{d\Delta\chi}{ds}\cdot M - (\psi + \varphi)$$
$$= \frac{1}{2}\left\{\frac{1}{EF}\left(P + \frac{M}{\rho}\right)^2 + \frac{\varkappa}{G\cdot F} Q^2 + \frac{M^2}{EZ}\right\} +$$
$$+ \left(\Pi - \frac{Q}{\rho}\right)\Delta s + \left(K + \frac{P}{\rho}\right)\Delta u + (M + Q)\,\Delta\chi$$

oder nach 28)

$$40a)\quad H = \bar{\psi}(P, Q, M) +$$
$$+ \left(\Pi - \frac{Q}{\rho}\right)\Delta s + \left(K + \frac{P}{\rho}\right)\Delta u + (M + Q)\,\Delta\chi$$

einzuführen. An die Stelle des Ausdrucks E tritt dann der neue Ausdruck

$$41)\quad E = -\left\{\Pi_b \Delta s_b + K_b \Delta u_b + M_b \Delta\chi_b\right\} +$$
$$+ \int_a^b \left(\frac{d\Delta s}{ds}\cdot P + \frac{d\Delta u}{ds} Q + \frac{d\Delta\chi}{ds}\cdot M - H\right) ds,$$

der als Funktional einerseits der inneren Kräfte P, Q, M, andrerseits der Verrückungskomponenten $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ und ihrer Ableitungen zum Extremum zu machen ist.

Die Bedingungen für das Eintreten des Extremums sind die Differentialgleichungen erster Ordnung in kanonischer Gestalt

$$42)\quad \begin{cases} \dfrac{dP}{ds} = -\dfrac{\partial H}{\partial\Delta s}, & \dfrac{dQ}{ds} = -\dfrac{\partial H}{\partial\Delta u}, & \dfrac{dM}{ds} = -\dfrac{\partial H}{\partial\Delta\chi}, \\ \dfrac{d\Delta s}{ds} = \dfrac{\partial H}{\partial P}, & \dfrac{d\Delta u}{ds} = \dfrac{\partial H}{\partial Q}, & \dfrac{\partial\Delta\chi}{\partial s} = \dfrac{\partial H}{\partial M}, \end{cases}$$

wozu noch die Randbedingungen

$$43a)\quad P(s_b) = -\Pi_b,\quad Q(s_b) = -K_b,\quad M(s_b) = -M_b$$

und die Anfangsbedingungen

$$43b)\quad \Delta s_a = 0,\quad \Delta u_a = 0,\quad \Delta\chi_a = 0$$

kommen, so daß die inneren Kräfte und die Verrückungskomponenten völlig bestimmt sind. Die erste Gruppe der kanonischen Gleichungen stellt die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte vor, in der Tat ist sie mit 20) identisch. Die zweite Gruppe ist mit 39) identisch. Das System 42) ist aus dem Grunde besonders einfach, als in die erste Gruppe, die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte, die Verrückungen $\Delta s, \Delta u, \Delta\chi$ gar nicht

---

biegung Δy und benutzt dazu die Beziehung zwischen Formänderungsgröße und innerer Kraft

$$E\cdot J\frac{d\Delta\chi}{dx} = M(x),$$

die wegen $\Delta\chi = \frac{d\Delta y}{dx}$ in

$$E\cdot J\cdot\frac{d^2\Delta y}{dx^2} = M(x)$$

übergeht. Die Integration dieser Differentialgleichung bei den Anfangsbedingungen

$$\Delta y_a = 0,\quad \left(\frac{d\Delta y}{dx}\right)_a = 0$$

bestimmt dann die Durchbiegung Δy.

Benutzt man aber nicht diese Spaltung in zwei Differentialgleichungen zweiter Ordnung, sondern knüpft unmittelbar an das Extremalprinzip $\delta E = 0$ zur Bestimmung der Verrückung Δy an, so darf man nicht vergessen, daß dann v i e r Grenzbedingungen für Δy bestehen. Dies hat H. Lorenz nicht beachtet, als er loc. cit. S. 398 das Ritzsche Verfahren zur Bestimmung von Δy aus dem Extremum von E heranzog. Bei Lorenz vereinfacht sich, da er $K(x) \equiv 0$, $M_b = 0$ voraussetzt, der Ausdruck E zu

$$E = K_b\,\Delta y_b - \frac{EJ}{2}\int_a^b\left(\frac{d^2\Delta y}{dx^2}\right)^2 dx,$$

so daß die Differentialgleichung für die Durchbiegung

$$\frac{d^4\Delta y}{dx^4} = 0$$

und die Randbedingungen

$$\Delta y_a = 0,\quad \left(\frac{d\Delta y}{dx}\right)_a = 0,\quad \left(\frac{d^2\Delta y}{dx^2}\right)_b = 0,\quad E\cdot J\cdot\left(\frac{d^3\Delta y}{dx^3}\right)_b = -K_b$$

werden. Das Ritzsche Verfahren besteht nun darin, daß man die Integration der Differentialgleichung (welche zwar hier sehr einfach, in komplizierteren Fällen aber in der Regel nicht durchführbar ist) in folgender Weise umgeht. Man bestimmt eine Anzahl Funktionen $\varphi(x), \psi(x), \ldots,$ welche die Randbedingungen, aber n i c h t die Differentialgleichung zu befriedigen brauchen und setzt mit beliebigen Konstanten

$$\Delta y = a_1\varphi(x) + a_2\psi(x) + \ldots$$

an. Diesen Ansatz führt man in E ein, welches dadurch eine gewöhnliche Funktion der Konstanten wird, und sucht deren Extremum.

Lorenz wählt als Ritzschen Ansatz

$$\Delta y = a_1 x^2 + a_2 x^3.$$

Wie man sieht, erfüllt dieser nur die beiden ersten Randbedingungen, dagegen statt der beiden weiteren Randbedingungen gerade umgekehrt die Differentialgleichung für das Gleichgewicht. Lorenz hat also den Ritzschen Gedanken ganz verlassen, er hat von vornherein die Extremumsbedingung für die inneren Punkte der Balkenachse erfüllt und betrachtet die Formänderungsarbeit als abhängig von Parametern, um vorgeschriebene Randbedingungen durch eine Extremumsforderung erfüllen zu können. Der Ansatz $\delta E = 0$ ist allgemein genug, auch diese Aufgabe zu lösen.

[23]) Vgl. H. Müller-Breslau. Die neueren Methoden der Festigkeitslehre, 4. Aufl., Leipzig 1913, S. 176.

eingehen, und diese Gruppe daher zunächst für sich behandelt werden kann, ohne daß man die zweite Gruppe heranzieht. Aus diesem Grunde wohl hat man es in der Litteratur bisher nicht hervorgehoben, daß die beiden Gruppen zusammen ein kanonisches System vorstellen.

Das Variationsproblem $\delta E = 0$ ist allgemein genug, in dem kanonischen System sowohl die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte zu liefern als auch die Beziehungen, welche wegen der Elastizität des Balkenstoffes zwischen den inneren Kräften und den Verrückungskomponenten bzw. den Formänderungsgrößen bestehen. Man gelangt zu dem Problem $\delta \mathrm{E} = 0$ zurück, wenn man die zweite Gruppe der Gleichungen 42), d. h. die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und den Formänderungsgrößen als erfüllt ansieht.

Man könnte umgekehrt verlangen, daß die erste Gruppe der kanonischen Gleichungen, die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte, erfüllt wäre und dazu die Randbedingungen 43a) befriedigt würden. Der Ausdruck E würde sich dann auf

$$43)\qquad \overline{\Psi} = \int_a^b \overline{\psi}\,(P, Q, M)\, ds$$

reduzieren, in dem der Integrand, wie oben gezeigt wurde, die Formänderungsarbeit der Längeneinheit des Balkens, ausgedrückt durch die inneren Kräfte, ist, und in Analogie mit dem Uebergang von E zu E läge die Vermutung nahe, daß sich bei diesem Uebergang ein Variationsproblem ergeben würde, welches die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und den Formänderungsgrößen liefern müßte. Man erkennt, daß das nicht der Fall ist. Die Gleichgewichtsbedingungen bestimmen vielmehr die inneren Kräfte vollkommen eindeutig, und damit nimmt auch das Intregal $\overline{\Psi}$ einen ganz bestimmten Wert an. Von einer Variation kann hier keine Rede mehr sein[24]).

Der Wert des Integrals $\overline{\Psi}$, der gesamten Formänderungsarbeit des Balkens, ist bedingt durch die äußeren Kräfte, d. h. die Funktionen $\Pi(s)$, $\mathrm{K}(s)$ und $\mathrm{M}(s)$, sowie durch die Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b, denn die inneren Kräfte P, Q, M sind durch diese eindeutig bestimmt. Führt man für die inneren Kräfte ihre Werte in die äußeren Kräfte ein, so erhält man den Ausdruck $\overline{\Psi}$ als Funktional der äußeren Kräfte $\Pi(s)$, $\mathrm{K}(s)$, $\mathrm{M}(s)$, da sein Wert von dem ganzen Verlauf der Funktionen längs der Balkenachse abhängt. Daneben gehen die Einzelkräfte als gewöhnliche Veränderliche ein, so daß in der oben eingeführten Bezeichnungsweise geschrieben werden kann

$$44)\qquad \overline{\Psi} = \overline{\Psi}\,[\Pi(s), \mathrm{K}(s), \mathrm{M}(s)|;\ \Pi_b, \mathrm{K}_b, \mathrm{M}_b].$$

An diese Darstellung der Formänderungsarbeit knüpfen die Ueberlegungen **Castiglianos** an, von denen jetzt die Rede sein soll.

§ 5. Die Formänderungsarbeit als Funktional der Verrückungskomponenten und als Funktional der äußeren Kräfte. Die Castiglianoschen Sätze und der Reziprozitätssatz.

In den praktischen Anwendungen der Balkentheorie werden im allgemeinen die **äußeren Kräfte** $\Pi(s), \ldots, \mathrm{M}_b$ vorgeschrieben sein; sie erzeugen nach den Ueberlegungen der vorhergehenden Paragraphen einen Formänderungszustand des Balkens mit eindeutig bestimmten Werten der Verrückungskomponenten Δs, Δu, $\Delta\chi$. Theoretisch könnte man auch umgekehrt die Werte der **Verrückungskomponenten** Δs, Δu, $\Delta\chi$ für alle Punkte der Balkenachse vorgegeben denken. Der Formänderungszustand ist dadurch ebenfalls eindeutig bestimmt, und die gleichen Beziehungen, welche in der bisherigen Auffassung zu gegebenen äußeren Kräften die Verrückungskomponenten zu ermitteln gestatten, würden dazu dienen können, diejenigen Werte der äußeren Kräfte $\Pi(s), \ldots, \mathrm{M}_b$ zu ermitteln, welche den vorgeschriebenen Verrückungszustand als Gleichgewichtszustand des Balkens aufrechterhalten könnten. Zu einem vorgeschriebenen Verrückungszustande gehört eine bestimmte **Formänderungsarbeit** des Balkens, ihr Wert ist abhängig von dem Gesamtverlauf der Funktionen Δs, Δu, $\Delta\chi$ längs der Balkenachse. Die Formänderungsarbeit ist also ein **Funktional** dieser drei Funktionen, und zwar ist sie nach 34) durch das Integral

$$45)\quad \begin{cases} \Psi\,[\Delta s, \Delta u, \Delta\chi|] = \displaystyle\int_a^b \frac{1}{2}\Big\{EF\Big(\frac{d\Delta s}{ds} - \frac{\Delta u}{\rho}\Big)^2 + \\ \qquad + \dfrac{GF}{\varkappa}\Big(\dfrac{\Delta s}{\rho} + \dfrac{d\Delta u}{ds} - \Delta\chi\Big)^2 + \\ \qquad + EZ\Big[\dfrac{d\Delta\chi}{ds} - \dfrac{1}{\rho}\Big(\dfrac{d\Delta s}{ds} - \dfrac{\Delta u}{\rho}\Big)\Big]^2\Big\}\, ds \\ = \displaystyle\int_a^b \psi^*\Big(\frac{d\Delta s}{ds}, \frac{d\Delta u}{ds}, \frac{d\Delta\chi}{ds}, \Delta s, \Delta u, \Delta\chi, s\Big)\, ds \end{cases}$$

dargestellt. Bildet man nach der oben gegebenen Vorschrift die funktionalen Ableitungen dieses Funktionals nach den Funktionen Δs, Δu, $\Delta\chi$ für einen Punkt s der Balkenachse, so hat man das Integral in der von der Variationsrechnung her bekannten Weise zu variieren und erhält, wenn man diese funktionalen Ableitungen abkürzend mit $\Psi_{\Delta s}$, $\Psi_{\Delta u}$, $\Psi_{\Delta\chi}$ bezeichnet,

$$46)\quad \begin{cases} \Psi_{\Delta s} = -\dfrac{d}{ds}\Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\Big) + \dfrac{\partial\psi^*}{\partial\Delta s}, \\ \Psi_{\Delta u} = -\dfrac{d}{ds}\Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\Big) + \dfrac{\partial\psi^*}{\partial\Delta u}, \\ \Psi_{\Delta\chi} = -\dfrac{d}{ds}\,\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'} + \dfrac{\partial\psi^*}{\partial\Delta\chi}, \end{cases}$$

worin noch $(\Delta s)' = \dfrac{d\Delta s}{ds}$, $(\Delta u)' = \dfrac{d\Delta u}{ds}$, $(\Delta\chi)' = \dfrac{d\Delta\chi}{ds}$ gesetzt ist.

Der Endpunkt b des Balkens spielt bei der Variation eine ausgezeichnete Rolle, da nur auf einer Seite von ihm die Verrückungskomponenten variiert werden können. Es treten deshalb für diesen Punkt neben den funktionalen Ableitungen noch gewisse besondere Ausdrücke auf. In der Tat liefert die Variation der Formänderungsarbeit 45), wenn die Verrückungskomponenten in allen Punkten der Balkenachse variiert werden,

$$47)\quad \begin{cases} \delta\Psi = \Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\Big)_b \delta\Delta s_b + \Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\Big)_b \delta\Delta u_b + \Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'}\Big)_b \delta\Delta\chi_b \\ \quad + \displaystyle\int_a^b \Big\{\Big[-\frac{d}{ds}\Big(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\Big) + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta s}\Big]\delta\Delta s + \\ \quad + \Big[-\dfrac{d}{ds}\Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\Big) + \dfrac{\partial\psi^*}{\partial\Delta u}\Big]\delta\Delta u + \\ \quad + \Big[-\dfrac{d}{ds}\Big(\dfrac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'}\Big) - \dfrac{\partial\psi^*}{\partial\Delta\chi}\Big]\delta\Delta\chi\Big\}\, ds \end{cases}$$

oder wenn noch in mehr äußerlicher Analogie

$$48)\quad \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'} = \Big(\frac{\partial\Psi}{\partial\Delta s_b}\Big)_b, \quad \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'} = \Big(\frac{\partial\Psi}{\partial\Delta u_b}\Big)_b, \quad \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'} = \Big(\frac{\partial\Psi}{\partial\Delta\chi_b}\Big)_b$$

gesetzt wird,

[24]) In der allgemeinen Behandlung des elastischen Körpers ist dies anders. Für die sechs Spannungskomponenten $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_x, \tau_y, \tau_z$ bestehen nur drei Differentialgleichungen als Gleichgewichtsbedingungen. Die Formänderungsarbeit als Funktion der Spannungskomponenten kann also noch variiert werden, auch wenn für diese die Gleichgewichtsbedingungen erfüllt sein sollen. Man gelangt so zu einem Variationsprinzip, dem **Menabreaschen Prinzip** (in erster Auffassung). Die Extremumsforderung führt zu den Kompatibilitätsbedingungen der Spannungskomponenten.

47a) $$\delta\Psi[\Delta s, \Delta u, \Delta\chi|] = \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta s_b}\delta\Delta s_b + \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta u_b}\delta\Delta u_b + \\ + \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta\chi_b}\delta\Delta\chi_b + \int_a^b\{\Psi_{\Delta s}\delta\Delta s + \Psi_{\Delta u}\delta\Delta u + \Psi_{\Delta\chi}\delta\Delta\chi\}\,ds$$ [25].

Nach den Gleichgewichtsbedingungen, wie sie im § 4 durch das Extremalproblem $\delta E = 0$ geliefert wurden, sind nun die rechten Seiten der Ausdrücke 46) gerade gleich den äußeren Kräften in den betreffenden Punkten der Balkenachse. Es gilt also

49) $$\Psi_{\Delta s} = \Pi(s), \quad \Psi_{\Delta u} = K(s), \quad \Psi_{\Delta\chi} = M(s),$$

und bei der gleichen Gelegenheit hatten sich die linken Seiten in 48) gleich den Einzelkräften ergeben, welche auf der Endscheibe b anzubringen sind, so daß noch die Beziehungen

49a) $$\frac{\partial\Psi}{\partial\Delta s_b} = \Pi_b, \quad \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta u_b} = K_b, \quad \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta\chi_b} = M_b$$

hinzutreten. Die Gleichungen 49) und 49a) finden ihren Ausdruck in dem Satz:

Wird die Formänderungsarbeit des Balkens als Funktional der Verrückungskomponenten dargestellt, so sind ihre funktionalen Ableitungen nach diesen Funktionen Δs, Δu, $\Delta\chi$ in einem inneren Punkt s der Balkenachse bzw. gleich den äußeren Kräften $\Pi(s)$, $K(s)$, $M(s)$, welche den vorgeschriebenen Verrückungszustand als Gleichgewichtszustand aufrechterhalten würden. Für den freien Endpunkt b treten beim Bilden der funktionalen Ableitungen noch besondere Zusatzglieder hinzu, welche gleich den Einzelkräften Π_b, K_b, M_b sind, die zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts auf der Endscheibe angebracht werden müssen.

Dies ist der erste Teil eines Satzes, der von Castigliano in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt wurde, und der von ihm den Namen „Satz von den Ableitungen der Formänderungsarbeit" erhielt [26]). Castigliano hat diesen Satz freilich nur für das Fachwerk streng hergeleitet, die Uebertragung auf den kontinuierlichen Körper geschieht in durchaus unklarer Weise, so daß daraus viele Mißverständnisse entstanden sind. Ueber den Sinn der Uebertragung war sich aber Castigliano selbst, wie gerade seine Behandlung des Balkens zeigt, durchaus klar. Es wird das im nächsten Paragraphen näher auszuführen sein. Dieser erste Teil des Castiglianoschen Satzes ist in der technischen Praxis weniger wichtig, weil man ja nicht die Verrückungskomponenten in den Aufgaben der Praxis vorgibt, sondern die äußeren Kräfte. Castigliano hat dementsprechend die Formänderungsarbeit in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften ausgedrückt und über den erhaltenen Ausdruck einen anologen Satz aufgestellt, den er als zweiten Teil des Satzes von den Ableitungen der Formänderungsarbeit bezeichnet. Bevor aber die Herleitung dieses Satzes in Angriff genommen wird, sollen noch einige Zwischenbemerkungen gemacht werden.

[25]) Eine derartige Darstellung der Variation eines Funktionals gilt allgemein. Hat man zu einem Funktional $f[y(x)|]$, das von dem Verlauf der Funktion $y(x)$ in einem Intervall $x = a$ bis $x = b$ abhängt, die funktionale Ableitung $f'[y(x)|;\xi]$ in allen Punkten ξ des Intervalls gebildet, und variiert man nun die Funktion $y(x)$ im ganzen Intervall in

$$y(\xi) + \delta y(\xi),$$

wobei aber die Endpunkte unvariiert bleiben mögen ($\delta y(a) = 0$, $\delta y(b) = 0$), so erhält man die Aenderung des Funktionals, wenn man die funktionale Ableitung mit der Variation $\delta y(\xi)$ multipliziert und das Produkt über das ganze Intervall integriert

$$\delta f = \int_a^b f'[y(x)|;\xi)\,\delta y(\xi)\,d\xi.$$

Ist die Bedingung $\delta y(a) = 0$ und $\delta y(b) = 0$ nicht erfüllt, so treten noch gewisse Zusatzglieder für diese Randpunkte auf.

Dieser Satz wird als Volterrascher Fundamentalsatz bezeichnet.

[26]) A. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, S. 26 und S. 51.

Berücksichtigt man, daß in der Darstellung 45) der Formänderungsarbeit als Funktional der Verrückungen die Funktion $\psi^*\left(\frac{d\Delta s}{ds}, \frac{d\Delta u}{ds}, \frac{d\Delta\chi}{ds}, \Delta s, \Delta u, \Delta\chi\right)$ eine homogene Funktion zweiter Ordnung ihrer Argumente ist, so findet man nach dem Eulerschen Theorem über homogene Funktionen

$$2\psi^* = \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\frac{d\Delta s}{ds} + \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\frac{d\Delta u}{ds} + \frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'}\frac{d\Delta\chi}{ds} + \\ + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta s}\Delta s + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta u}\Delta u + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta\chi}\Delta\chi,$$

und wenn man diese Darstellung in 45) einführt und partiell integriert, folgt weiter

50) $$\begin{cases} 2\Psi[\Delta s, \Delta u, \Delta\chi|] = \left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\right)_b \Delta s_b + \\ \qquad + \left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\right)_b \Delta u_b + \left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'}\right)_b \Delta\chi_b \\ + \int_a^b\left\{\left[-\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta s)'}\right) + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta s}\right]\cdot\Delta s + \left[-\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta u)'}\right) + \right.\right. \\ \left.\left. + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta u}\right]\cdot\Delta u + \left[-\frac{d}{ds}\left(\frac{\partial\psi^*}{\partial(\Delta\chi)'}\right) + \frac{\partial\psi^*}{\partial\Delta\chi}\right]\Delta\chi\right\} ds. \end{cases}$$

Hierin sind die Faktoren der Verrückungskomponenten nach 46) und 48) gerade die funktionalen Ableitungen bzw. die zum Endpunkt b gehörigen Randglieder, es wird also

50a) $$2\Psi[\Delta s, \Delta u, \Delta\chi|] = \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta s_b}\Delta s_b + \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta u_b}\Delta u_b + \\ + \frac{\partial\Psi}{\partial\Delta\chi_b}\Delta\chi_b + \int_a^b\{\Psi_{\Delta s}\cdot\Delta s + \Psi_{\Delta u}\cdot\Delta u + \Psi_{\Delta\chi}\cdot\Delta\chi\}\,ds$$ [27]).

Nun sind aber die funktionalen Ableitungen nach dem Castiglianoschen Satze gleich den äußeren Kräften, welche den Formänderungszustand aufrechterhalten. Sonach ist die Formänderungsarbeit

51) $$\Psi = \frac{1}{2}\{\Pi_b\cdot\Delta s_b + K_b\cdot\Delta u_b + M_b\,\Delta\chi_b + \\ + \int_b^a(\Pi\cdot\Delta s + K\cdot\Delta u + M\cdot\Delta\chi)\,ds\},$$

d. h. der Betrag der Formänderungsarbeit ist halb so groß wie die Arbeit, welche die äußeren Kräfte leisten würden, wenn sie während der ganzen Formänderung mit ihren Endwerten wirken würden. Diese Erkenntnis wird nach ihrem Entdecker der Clapeyronsche Satz genannt. Da nur die Größe der Formänderungsarbeit in ihm vorkommt, so ist er offenbar unabhängig davon, daß die Formänderungsarbeit in ihrer Abhängigkeit von den Verrückungskomponenten bei seiner Herleitung den Ausgangspunkt bildete.

Nunmehr soll die Formänderungsarbeit als Funktional der äußeren Kräfte dargestellt werden. Um die Ueberlegungen zunächst in aller Einfachheit vorzuführen, möge vorab der gerade Balken behandelt werden. Für diesen hat die Formänderungsarbeit der Längeneinheit als Funktion der inneren Kräfte nach 28) die Gestalt

52) $$\bar{\psi}(P, Q, M) = \frac{1}{2}\left[\frac{P^2}{EF} + \frac{\varkappa Q^2}{GF} + \frac{M^2}{EJ}\right],$$

und die inneren Kräfte sind mit den äußeren Kräften durch die Gleichgewichtsbedingungen

[27]) Diese Formel ist die Uebertragung des Eulerschen Theorems über homogene Funktionen auf Funktionale, denn die Formänderungsarbeit in der Gestalt 45) als Funktional der Verrückungskomponenten wird man als homogenes Funktional zweiter Ordnung bezeichnen können. Multipliziert man nämlich die Funktionen Δs, Δu, $\Delta\chi$, von deren Verlauf das Funktional abhängt, mit einem Faktor t, so multipliziert sich das Funktional mit t^2.

$$\frac{dP}{dx} + \Pi = 0, \quad \frac{dQ}{dx} + K = 0, \quad \frac{dM}{dx} + Q + M = 0,$$
$$P(l) = \Pi_b, \quad Q(l) = K_b, \quad M(l) = M_b$$

verknüpft. Die Integration dieser Gleichgewichtsbedingungen liefert

$$53) \quad \begin{cases} P(x) = \Pi_b + \int_x^l \Pi(x_1)\, dx_1 \\ Q(x) = K_b + \int_x^l K(x_1)\, dx_1 \\ M(x) = (l - x)\, K_b + M_b + \\ \quad + \int_x^l \{(x_1 - x)\, K(x_1) + M(x_1)\}\, dx, \end{cases}$$

wenn l die Länge des Balkens ist[28]). Von diesen inneren Kräften sind nun die Quadrate zu bilden; dazu werden zweckmäßig die Integrale so umgeschrieben, daß der Integrationsbereich die ganze Balkenachse ist. Man erreicht dies durch Einführung geeigneter Faktoren. Definiert man nämlich die Funktionen $A(x, x_1)$ und $B(x, x_1)$, in denen x_1 als eigentliche Veränderliche, x als ein variabler Parameter angesehen werden mag, durch die Festsetzung

$$54) \quad \begin{cases} A(x, x_1) = \begin{cases} 0 & x_1 < x \\ 1 & x_1 > x, \end{cases} \\ B(x, x_1) = \begin{cases} 0 & x_1 < x \\ x_1 - x & x_1 > x, \end{cases} \end{cases}$$

so können die Ausdrücke 53) in der Form geschrieben werden

$$53a) \begin{cases} P(x) = \Pi_b + \int_a^b A(x, x_1)\, \Pi(x_1)\, dx_1 \\ Q(x) = K_b + \int_a^b A(x, x_1)\, K(x_1)\, dx_1 \\ M(x) = (l - x)\, K_b + M_b + \int_a^b (B(x, x_1)\, K(x_1) + \\ \quad + A(x, x_1)\, M(x_1))\, dx_1. \end{cases}$$

Das Quadrat des inneren Längszuges $P(x)$ ist nun z. B.

$$[P(x)]^2 = \Pi_b^2 + 2\, \Pi_b \int_a^b A(x, x_1)\, \Pi(x_1)\, dx_1 + \\ + (\int_a^b A(x, x_1)\, \Pi(x_1)\, dx_1)^2,$$

worin das letzte Glied so umgeschrieben werden kann:

$$(\int_a^b A(x, x_1)\, \Pi(x_1)\, dx_1)^2 = \int_a^b A(x, x_1)\, \Pi(x_1)\, dx_1 \cdot \\ \cdot \int_a^b A(x, x_2)\, \Pi(x_2)\, dx_2 \\ = \int_a^b \int_a^b A(x, x_1)\, A(x, x_2)\, \Pi(x_1)\, \Pi(x_2)\, dx_1\, dx_2.$$

In diesem Doppelintegral ist das Produkt $A(x, x_1) \cdot A(x, x_2)$ eine Funktion der beiden Veränderlichen x_1, x_2, in welche noch der variable Parameter x eingeht. Nach der Definition 54) von A ist diese Funktion immer Null, außer wenn x_1 und x_2 beide größer als der Parameter x sind, in welchem Falle sie den Wert 1 annimmt. Die Veränderlichen x_1, x_2 variieren in der (x_1, x_2)-Ebene in einem Quadrat, dessen Seite gleich der Balkenlänge l ist. In diesem Quadrat (Abb. 8) ist der Bereich, in welchem x_1 und x_2 beide größer als der ebenfalls zwischen 0 und l variierende Parameter x sind, schraffiert. Die betrachtete Funktion ist also in dem schraffierten Gebiete 1, in dem weißen Gebiete Null.

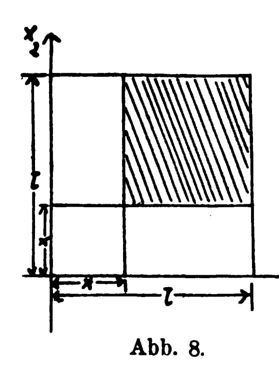


Abb. 8.

[28]) Bei der Aufstellung des Ausdrucks für $M(x)$ ist von der Beziehung

$$\int_x^l (\int_{x_1}^l K(\tau)\, d\tau)\, dx_1 = - \int_x^l (x - x_1)\, K(x_1)\, dx_1$$

Gebrauch gemacht, welche man unmittelbar durch partielle Integration bestätigt.

Ebenso ergibt sich das Quadrat der Querkraft $Q(x)$ zu

$$[Q(x)]^2 = K_b^2 + 2\, K_b \int_a^b A(x, x_1)\, K(x_1)\, dx_1 + \\ + \int_a^b \int_a^b A(x, x_1)\, A(x, x_2)\, K(x_1)\, K(x_2)\, dx_1\, dx_2;$$

in dem Quadrat des inneren Momentes $M(x)$ schließlich treten mehrere Glieder jeder der drei Gruppen auf, es ist

$$[M(x)]^2 = (l - x)^2\, K_b^2 + 2\,(l - x)\, K_b\, M_b + M_b^2 \\ + 2 K_b \int_a^b [(l - x) B(x, x_1) K(x_1) + (l - x) A(x, x_1) M(x_1)]\, dx_1 + \\ + 2\, M_b \cdot \int_a^b (B(x, x_1)\, K(x_1) + A(x, x_1)\, M(x, x_1))\, dx_1 \\ + \int_a^b \int_a^b \{B(x, x_1)\, B(x, x_2)\, K(x_1)\, K(x_2) + 2\, A(x, x_2) \cdot \\ \cdot B(x, x_1) K(x_1) M(x_2) + A(x, x_1) A(x, x_2) M(x_1) M(x_2)\}\, dx_1\, dx_2.$$

Hierin sind $B(x, x_1) \cdot B(x, x_2)$ und $A(x, x_1) \cdot B(x, x_2)$ Funktionen, welche in dem weißen Gebiete des Quadrats der Abb. 8 gleich Null sind, während in dem schraffierten Gebiete $B(x, x_1) \cdot B(x, x_2) = (x_1 - x)\,(x_2 - x)$ und $A(x, x_2) \cdot B(x, x_1) = x_1 - x$ sind.

Diese Ausdrücke für die inneren Kräfte P, Q, M sind in den Ausdruck 28) der Formänderungsarbeit ψ der Längeneinheit des Balkens einzuführen, und dann ist, um die gesamte Formänderungsarbeit Ψ zu erhalten, über die Länge der Balkenachse nach x zu integrieren. Setzt man dann noch

$$55) \quad \begin{cases} \frac{1}{EF} \int_a^b A(x, x_1) \cdot A(x, x_2)\, dx = \mathfrak{C}_{11}(x_1, x_2), \\ \frac{\varkappa}{G \cdot F} \int_a^b A(x, x_1)\, A(x, x_2)\, dx + \frac{1}{E \cdot J} \int_a^b B(x, x_1) \cdot \\ \quad \cdot B(x, x_2)\, dx = \mathfrak{C}_{22}(x_1, x_2), \\ \frac{1}{EJ} \int_a^b A(x, x_1) \cdot A(x, x_2)\, dx = \mathfrak{C}_{33}(x_1, x_2), \\ \frac{1}{EJ} \int_a^b A(x, x_2) \cdot B(x, x_1)\, dx = \mathfrak{C}_{23}(x_1, x_2), \end{cases}$$

so entsteht[29])

[29]) Es ist zur Berechnung der auftretenden Integrale wie $\int_a^b A(x, x_1)\, dx$ zu beachten, daß nach der Definition 54) A solange gleich 1 ist, wie der variable Parameter x kleiner als x_1 ist, während es den Wert Null annimmt, sobald x größer als x_1 wird. Es ist folglich

$$\int_a^b A(x, x_1)\, dx = \int_0^{x_1} dx = x_1,$$

und entsprechend findet man

$$\int_a^b B(x, x_1)\, dx = \int_0^{x_1} (x_1 - x)\, dx = \frac{x_1^2}{2},$$

sowie

$$\int_a^b (l - x)\, A(x, x_1)\, dx = \int_0^{x_1} (l - x)\, dx = \frac{2\, l x_1 - x_1^2}{2} \text{ und}$$

$$\int_a^b (l - x)\, B(x, x_1)\, dx = \int_0^{x_1} (l - x)\,(x_1 - x)\, dx = \frac{3\, l x_1^2 - x_1^3}{6}.$$

Analog ist zu beachten, daß bei der Berechnung der Integrale in 55) x_1 und x_2 feste Werte haben und x variabel ist. Nach den Definitionen 54) sind die Integranden nur solange von Null verschieden, als x kleiner als der kleinere von beiden Werten x_1 und x_2 ist, und zwar ist für diese x

$$A(x, x_1)\, A(x, x_2) = 1, \quad B(x, x_1) \cdot B(x, x_2) = (x_1 - x)\,(x_2 - x), \\ A(x, x_2) \cdot B(x, x_1) = x_1 - x.$$

Also ist

$$\int_a^b A(x, x_1) \cdot A(x, x_2) = \begin{cases} x_2 & x_2 < x_1, \\ x_1 & x_2 > x_1 \end{cases}$$

$$\int_a^b B(x, x_1) \cdot B(x, x_2) = \begin{cases} \frac{x_2^2\,(3 x_1 - x_2)}{6} & x_2 < x_1 \\ \frac{x_1^2\,(3 x_2 - x_1)}{6} & x_2 > x_1 \end{cases}$$

$$\int_a^b A(x, x_2)\, B(x, x_1)\, dx = \begin{cases} x_1 x_2 - \frac{x_2^2}{2} & x_2 < x_1 \\ \frac{x_1^2}{2} & x_2 > x_1 \end{cases}$$

und somit sind die Koeffizienten

$$56)\quad \overline{\Psi} = \frac{1}{2}\left[\frac{l}{EF}\,\Pi_b^2 + \left(\frac{\varkappa\cdot l}{GF} + \frac{l^3}{3\,EJ}\right)\mathrm{K}_b^2 + \right.$$
$$\left. + 2\,\frac{l^2}{2\,EJ}\,\mathrm{K}_b\,\mathrm{M}_b + \frac{l}{EJ}\,\mathrm{M}_b^2\right]$$
$$+ \left\{\Pi_b\int_a^b \frac{x_1}{EF}\,\Pi(x_1)\,dx_1 + \mathrm{K}_b\int_a^b\left[\left(\frac{\varkappa x_1}{G\cdot F} + \frac{3\,l x_1^2 - x_1^3}{6\,EJ}\right)\mathrm{K}(x_1) + \right.\right.$$
$$\left. + \frac{2\,l x_1 - x_1^2}{2\,EJ}\,\mathrm{M}(x_1)\right]dx_1 +$$
$$\left. + \mathrm{M}_b\int_a^b\left[\frac{x_1^2}{2\,EJ}\,\mathrm{K}(x_1) + \frac{x_1}{EJ}\,\mathrm{M}(x_1)\right]dx_1\right\}$$
$$+ \frac{1}{2}\int_a^b\int_a^b\left[\mathfrak{C}_{11}(x_1, x_2)\,\Pi(x_1)\,\Pi(x_2) + \mathfrak{C}_{22}(x_1, x_2)\,\mathrm{K}(x_1)\cdot\right.$$
$$\cdot\mathrm{K}(x_2) + 2\,\mathfrak{C}_{23}(x_1, x_2)\,\mathrm{K}(x_1)\,\mathrm{M}(x_2) +$$
$$\left. + \mathfrak{C}_{33}(x_1, x_2)\,\mathrm{M}(x_1)\,\mathrm{M}(x_2)\right]dx_1\,dx_2.$$

Dieser Ausdruck der Formänderungsarbeit in Abhängigkeit von den äußeren Kräften hat einen gemischten Charakter. Die Einzelkräfte an der Endscheibe b gehen in ihm als gewöhnliche Veränderliche ein, die kontinuierlich verteilten Kräfte dagegen so ein, daß er von dem Gesamtverlauf der Funktionen $\Pi(s)$, $\mathrm{K}(s)$, $\mathrm{M}(s)$ abhängig ist. Die Formänderungsarbeit werden wir demnach als Funktional dieser Funktionen, in das noch Π_b, K_b, M_b als gewöhnliche Veränderliche eingehen, mit $\overline{\Psi}(\Pi(x), \mathrm{K}(x), \mathrm{M}(x)\,|\,;\ \Pi_b, \mathrm{K}_b, \mathrm{M}_b)$ bezeichnen. Dieses Funktional kann als **homogen zweiter Ordnung** in den Größen, von denen es abhängt, bezeichnet werden, denn multipliziert man sowohl die Funktionen der kontinuierlich verteilten Kräfte, wie die Einzelkräfte mit der gleichen Konstanten c, so multipliziert sich das Funktional $\overline{\Psi}$ mit c^2. Es ist aufgebaut aus drei Gruppen von Gliedern. Die erste Gruppe stellt eine quadratische Funktion der Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b vor, die zweite Gruppe besteht aus den Gliedern, in denen je eine dieser Einzelkräfte multipliziert ist mit einem Integral über eine lineare Funktion der kontinuierlichen Kräfte $\Pi(s)$, $\mathrm{K}(s)$, $M(s)$, die dritte Gruppe endlich ist ein Doppelintegral über eine quadratische Funktion der kontinuierlichen Kräfte.

Für den **krummen Balken** ergibt sich eine Darstellung von gleicher Art für die Formänderungsarbeit als Funktional der äußeren Kräfte. Man hat für diesen die inneren Kräfte P, Q, M aus den Gleichgewichtsbedingungen 20)

$$\frac{dP}{ds} - \frac{Q}{\rho} + \Pi = 0,\quad \frac{dQ}{ds} + \frac{P}{\rho} + \mathrm{K} = 0,$$
$$\frac{dM}{ds} + Q + \mathrm{M} = 0$$

und den Randbedingungen 21)

$$P(s_b) = \Pi_b,\quad Q(s_b) = \mathrm{K}_b;\quad M(s_b) = \mathrm{M}_b$$

in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften zu bestimmen. Die Lösung muß wegen des linearen homogenen Charakters der Differentialgleichungen die Gestalt besitzen

$$57)\begin{cases} P(s) = \alpha_1(s)\,\Pi_b + \alpha_2(s)\,\mathrm{K}_b + \\ + \int_a^b [a_1(s, s_1)\,\Pi(s_1) + a_2(s, s_1)\,\mathrm{K}(s_1)]\,ds_1 \\ Q(s) = \beta_1(s)\,\Pi_b + \beta_2(s)\,\mathrm{K}_b + \\ + \int_a^b [b_1(s, s_1)\,\Pi(s_1) + b_2(s, s_1)\,\mathrm{K}(s_1)]\,ds_1 \\ M(s) = \gamma_1(s)\,\Pi_b + \gamma_2(s)\,\mathrm{K}_b + \gamma_3(s)\,\mathrm{M}_b + \\ + \int_a^b [c_1(s, s_1)\,\Pi(s_1) + c_2(s, s_1)\,\mathrm{K}(s_1) + c_3(s, s_1)\,\mathrm{M}(s_1)]\,ds_1 \end{cases}$$ [30]),

---

55a)
$$\begin{cases} \mathfrak{C}_{11}(x_1, x_2) = \begin{cases} \frac{x_2}{EF} & x_2 < x_1 \\ \frac{x_1}{EF}, & x_2 > x_1, \end{cases} \\ \mathfrak{C}_{22}(x_1, x_2) = \begin{cases} \frac{\varkappa x_2}{GF} + \frac{x_2^2\,(3\,x_1 - x_2)}{6\,E\cdot J} & x_2 < x_1 \\ \frac{\varkappa x_1}{GF} + \frac{x_1^2\,(3\,x_2 - x_1)}{6\,EJ} & x_2 > x_1, \end{cases} \\ \mathfrak{C}_{23}(x_1, x_2) = \begin{cases} \frac{2\,x_1\,x_2 - x_2^2}{2\,EJ} & x_2 < x_1 \\ \frac{x_1^2}{2\,EJ} & x_2 > x_1, \end{cases} \\ \mathfrak{C}_{33}(x_1, x_2) = \begin{cases} \frac{x_2}{E\cdot J} & x_2 < x_1 \\ \frac{x_1}{EJ} & x_1 > x_2. \end{cases} \end{cases}$$

---

[30]) Da M in den beiden ersten Differentialgleichungen nicht auftritt, so können diese für sich behandelt werden. Zur Durchführung der Integration geht man am besten von den zugehörigen homogenen Gleichungen

$$\frac{dP}{ds} - \frac{Q}{\rho} = 0,\quad \frac{dQ}{ds} + \frac{P}{\rho} = 0$$

aus. Bei Einführung irgendeines festen Koordinatensystems erkennt man, daß

$$P = \frac{dx}{ds},\quad Q = \frac{dy}{ds}\ \text{ und }\ P = \frac{dy}{ds},\quad Q = -\frac{dx}{ds}$$

zwei Partikularlösungen sind. Die allgemeine Lösung ist also

$$P = c_1\,\frac{dx}{ds} + c_2\,\frac{dy}{ds},\quad Q = c_1\,\frac{dy}{ds} - c_2\,\frac{dx}{ds}.$$

Um nun die inhomogenen Gleichungen selbst zu integrieren, wendet man die Variation der Konstanten an und findet so als deren allgemeine Lösung:

$$P(s) = -\frac{dx}{ds}\int_0^s\left(\Pi(s_1)\,\frac{dx_1}{ds_1} + \mathrm{K}(s_1)\,\frac{dy_1}{ds_1}\right)ds_1 -$$
$$-\frac{dy}{ds}\int_0^s\left(\Pi(s_1)\,\frac{dy_1}{ds_1} - \mathrm{K}(s_1)\,\frac{dx_1}{ds_1}\right)ds_1 + C_1\,\frac{dx}{ds} + C_2\,\frac{dy}{ds}$$
$$Q(s) = -\frac{dy}{ds}\int_0^s\left(\Pi(s_1)\,\frac{dx_1}{ds_1} + \mathrm{K}(s_1)\,\frac{dy_1}{ds_1}\right)ds_1 +$$
$$+\frac{dx}{ds}\int_0^s\left(\Pi(s_1)\,\frac{dy_1}{ds_1} - \mathrm{K}(s_1)\,\frac{dx_1}{ds_1}\right)ds_1 + C_1\,\frac{dy}{ds} - C_2\,\frac{dx}{ds}.$$

Darin sind C_1 und C_2 willkürliche Konstante, welche aus den Randbedingungen für die Endscheibe b des Balkens zu bestimmen sind; man findet so für P, wenn l die Länge des Balkens ist,

$$P(s) = \Pi_b\left[\frac{dx}{ds}\left(\frac{dx}{ds}\right)_b + \frac{dy}{ds}\left(\frac{dy}{ds}\right)_b\right] + \mathrm{K}_b\left[\frac{dx}{ds}\left(\frac{dy}{ds}\right)_b -\right.$$
$$\left. - \frac{dy}{ds}\left(\frac{dx}{ds}\right)_b\right] + \int_s^l\left\{\left(\frac{dx}{ds}\,\frac{dx_1}{ds_1} + \frac{dy}{ds}\,\frac{dy_1}{ds_1}\right)\Pi(s_1) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{dx}{ds}\,\frac{dy_1}{ds_1} - \frac{dy}{ds}\,\frac{dx_1}{ds_1}\right)\mathrm{K}(s_1)\right\}ds_1.$$

Wird nun der Winkel, den die Tangente im Punkte s der

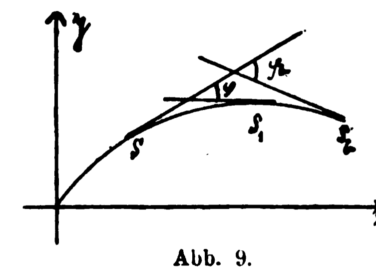


Abb. 9.

Balkenachse mit der Tangente im Punkte s_1 bildet, mit $\varphi(s, s_1)$ bezeichnet, so ist

$$\frac{dx}{ds}\,\frac{dx_1}{ds_1} + \frac{dy}{ds}\,\frac{dy_1}{ds_1} = \cos[\varphi(s, s_1)]$$
$$\frac{dx}{ds}\,\frac{dy_1}{ds_1} - \frac{dy}{ds}\,\frac{dx_1}{ds_1} = \sin[\varphi(s, s_1)],$$

und wenn noch mit $\varphi_b(s)$ der entsprechende Winkel für $s_1 = s_b$ bezeichnet wird, so sind die inneren Kräfte P und Q dargestellt durch die Formeln

$$P(s) = \cos[\varphi_b(s)]\cdot\Pi_b + \sin[\varphi_b(s)]\,\mathrm{K}_b +$$
$$+ \int_s^l(\cos[\varphi(s, s_1)]\,\Pi(s_1) + \sin[\varphi(s, s_1)]\,\mathrm{K}(s_1))\,ds_1$$
$$Q(s) = -\sin[\varphi_b(s)]\cdot\Pi_b + \cos[\varphi_b(s)]\,\mathrm{K}_b +$$
$$+ \int_s^l(-\sin[\varphi(s, s_1)]\,\Pi(s_1) + \cos[\varphi(s, s_1)]\,\mathrm{K}(s_1))\,ds_1.$$

Die dritte Gleichgewichtsbedingung liefert dazu für das innere Moment $M(s)$ den Ausdruck

worin die Koeffizienten von den äußeren Kräften unabhängig sind. Diese Werte der inneren Kräfte sind in den Ausdruck der Formänderungsarbeit

$$\Psi = \frac{1}{2}\int_a^b \left[\frac{1}{E\cdot F}\left(P+\frac{M}{\rho}\right)^2 + \frac{\varkappa}{G\cdot F}\,Q^2 + \frac{1}{E\cdot Z}\,M^2\right] ds$$

einzuführen, dann erhält man die gesuchte Darstellung der Formänderungsarbeit in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften. Es ergibt sich ein quadratisches gemischtes Funktional, das aus den gleichen Gruppen von Gliedern besteht, wie sie beim geraden Balken auftraten. Die erste Gruppe $\overline{\Psi}^{(1)}$ ist eine quadratische Funktion der Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b mit konstanten Koeffizienten

$$58)\quad \overline{\Psi}^{(1)} = \frac{1}{2}\,[c_{11}\Pi_b^2 + 2c_{12}\Pi_b K_b + c_{22}K_b^2 + + 2c_{13}\Pi_b M_b + 2c_{23}K_b M_b + c_{33}M_b^2],$$

$$M(s) = M_b + \int_s^l [Q(s_1) + M(s_1)]\,ds_1$$

oder, wenn für Q sein Wert eingesetzt wird

$$M(s) = -\int_s^l \sin[\varphi_b(s_1)]\,ds_1\cdot\Pi_b + \int_s^l \cos\varphi_b[(s_1)]\,ds_1\cdot K_b + M_b + + \int_s^l\left\{\int_{s_1}^l[-\sin[\varphi(s_1,\sigma)]\,\Pi(\sigma) + \cos[\varphi(s_1,\sigma)]\,K(\sigma)]\,d\sigma + M(s_1)\right\}ds_1.$$

Hierin sind die beiden Ausdrücke

$$\int_s^l\left(\int_{s_1}^l -\sin[\varphi(s_1\,\sigma)]\,\Pi(\sigma)\,d\sigma\right)ds_1 \text{ und } \int_s^l\left(\int_{s_1}^l \cos[\varphi[s_1,\sigma)]\,K(\sigma)\,d\sigma\right)ds_1$$

mit Hilfe partieller Integration umzuformen. Dazu setzt man z. B. in den letzten Integral

$$\cos[\varphi(s_1\,\sigma)] = \cos[\varphi(s,s_1)]\cos[\varphi(s,\sigma)] + \sin[\varphi(s,s_1)]\sin[\varphi(s,\sigma)]$$

ein, wodurch es die Gestalt

$$\int_s^l\left\{\cos[\varphi(s,s_1)]\cdot\int_{s_1}^l\cos[\varphi(s,\sigma)]\,K(\sigma)\,d\sigma + + \sin[\varphi(s,s_1)]\cdot\int_{s_1}^l\sin[\varphi(s,\sigma)]\,K(\sigma)\,d\sigma\right\}ds_1$$

erhält. Es liefert dann die partielle Integration des ersten Gliedes

$$\int_s^l\left\{\cos[\varphi(s,s_1)]\cdot\int_{s_1}^l\cos[\varphi(s,\sigma)]\,K(\sigma)\,d\sigma\right\}ds_1 = \int_s^{s_1}\cos\varphi(s,\sigma)\,d\sigma\cdot \cdot\int_{s_1}^l\cos\varphi(s,\sigma)\,K(\sigma)\,d\sigma\Big|_s^l + \int_s^l\left(\int_s^{s_1}\cos\varphi(s,\sigma)\,d\sigma\right)\cdot\cos\varphi(s,s_1)\,K(s_1)\,ds_1 =$$

$$= \int_s^l\left\{K(s_1)\cdot\int_s^{s_1}\cos[\varphi(s,s_1)]\cos[\varphi(s,\sigma)]\,d\sigma\right\}ds_1$$

und entsprechend rechnet sich das zweite Glied um, so daß also

$$\int_s^l\left(\int_{s_1}^l\cos[\varphi(s_1,\sigma)]\,K(\sigma)\,d\sigma\right)ds_1 = \int_s^l\left(K(s_1)\cdot\int_s^{s_1}\cos[\varphi(s_1,\sigma)]\,d\sigma\right)ds_1$$

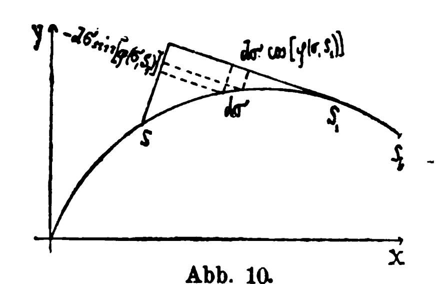


Abb. 10.

wird. Eine gleiche Umformung gilt für den ersten der beiden Ausdrücke

$$\int_s^l\left(\int_{s_1}^l -\sin[\varphi(s_1,\sigma)]\,\Pi(\sigma)\,d\sigma\right)ds_1 = \int_s^l\left(\Pi(s_1)\cdot\int_s^{s_1} -\sin\varphi(s_1,\sigma)\,d\sigma\right)ds_1.$$

Also lautet der Ausdruck für das innere Moment

$$M(s) = -\int_s^l\sin[\varphi_b(s_1)]\,ds_1\cdot\Pi_b + \int_s^l\cos[\varphi_b(s_1)]\,ds_1\cdot K_b + M_b + + \int_s^l\left\{\Pi(s_1)\cdot\int_s^{s_1} -\sin[\varphi(s_1\,\sigma)]\,d\sigma + K(s_1)\cdot \cdot\int_s^{s_1}\cos[\varphi(s_1,\sigma)]\,d\sigma + M(s_1)\right\}ds_1.$$

Die als Faktoren der Π und K auftretenden Integrale sind die Hebelarme dieser Kräfte für den Punkt s als Momentenpunkt.

denn die Koeffizienten in 57) sind Funktionen der Bogenlänge s, und diese Abhängigkeit geht heraus, da über die ganze Balkenlänge nach s zu integrieren ist. Die zweite Gruppe $\overline{\Psi}^{(2)}$ von Gliedern entsteht daraus, daß beim Quadrieren von 57) die Einzelkräfte mit den Integralen zu multiplizieren sind, sie muß die Gestalt besitzen

$$59)\quad \overline{\Psi}^{(2)} = \Pi_b\int_a^b(C_{11}(s_1)\,\Pi(s_1) + C_{12}(s_1)\,K(s_1) + + C_{13}(s_1)\,M(s_1))\,ds_1$$
$$+ K_b\int_a^b(C_{21}(s_1)\,\Pi(s_1) + C_{22}(s_1)\,K(s_1) + C_{23}(s_1)\,M(s_1))\,ds_1$$
$$+ M_b\int_a^b(C_{31}(s_1)\,\Pi(s_1) + C_{32}(s_1)\,K(s_1) + C_{33}(s_1)\,M(s_1))\,ds_1.$$

Die dritte Gruppe von Gliedern entsteht beim Quadrieren der Integrale in 57). Durch die gleiche Umformung, wie sie beim geraden Balken ausgeführt wurde, kann diese Gruppe als ein Doppelintegral über eine quadratische Funktion der kontinuierlich verteilten Kräfte geschrieben werden

$$60)\quad \overline{\Psi}^{(3)} = \frac{1}{2}\int_a^b\int_a^b\{\mathfrak{C}_{11}(s_1,s_2)\,\Pi(s_1)\,\Pi(s_2) + + 2\mathfrak{C}_{12}(s_1,s_2)\,\Pi(s_1)\cdot K(s_2) + \mathfrak{C}_{22}(s_1,s_2)\,K(s_1)\,K(s_2) + + 2\mathfrak{C}_{13}(s_1,s_2)\,\Pi(s_1)\,M(s_2) + 2\mathfrak{C}_{23}(s_1,s_2)\,K(s_1)\,M(s_2) + + \mathfrak{C}_{33}(s_1,s_2)\,M(s_1)\,M(s_2)\}\,ds_1\,ds_2.$$

Die gesamte Formänderungsarbeit des Balkens ist die Summe dieser drei Ausdrücke 58), 59) und 60). Soll die Natur der einzelnen Summanden angedeutet werden, so ist zu schreiben

$$61)\ \overline{\Psi}[\Pi(s),K(s),M(s)|;\Pi_b,K_b,M_b] = \overline{\Psi}^{(1)}(\Pi_b,K_b,M_b) + \overline{\Psi}^{(2)}[\Pi(s),K(s),M(s)|;\Pi_b,K_b,M_b] + \overline{\Psi}^{(3)}[\Pi(s),K(s),M(s)|].$$

Für das Folgende ist es nun erforderlich, die Ableitungen der Summanden nach den äußeren Kräften zu bestimmen. Das erste Glied $\overline{\Psi}^{(1)}$ hat als gewöhnliche Funktion der Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b Ableitungen im gewöhnlichen Sinne der Differentialrechnung, und da es eine homogene Funktion zweiten Grades seiner Veränderlichen ist, so gilt nach dem Eulerschen Satze über homogene Funktionen

$$62)\quad \overline{\Psi}^{(1)} = \frac{1}{2}\left\{\Pi_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(1)}}{\partial\Pi_b} + K_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(1)}}{\partial K_b} + M_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(1)}}{\partial M_b}\right\}.$$

Werden in dem zweiten Glied $\overline{\Psi}^{(2)}$ die kontinuierlichen Kräfte für den Augenblick als unveränderlich angesehen, so ist es eine homogene Funktion ersten Grades allein der Einzelkräfte, und es gilt demnach

$$63\text{a})\quad \overline{\Psi}^{(2)} = \Pi_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial\Pi_b} + K_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial K_b} + M_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial M_b}.$$

Betrachtet man andererseits die Abhängigkeit des zweiten Gliedes von den kontinuierlichen Kräften allein, so hat man die funktionalen Ableitungen zu bilden. Man erkennt, daß wegen der besonders einfachen Gestalt von $\overline{\Psi}^{(2)}$ diese funktionalen Ableitungen von den kontinuierlichen Kräften ganz unabhängig werden und lineare Funktionen der Einzelkräfte sind, deren Koeffizienten von der Bogenlänge s der Stelle abhängig sind, an welcher die funktionale Ableitung gebildet ist. Z. B. ergibt sich

$$\overline{\Psi}_\Pi^{(2)}(s) = \Pi_b\cdot C_{11}(s) + K_b\cdot C_{21}(s) + M_b\cdot C_{31}(s),$$

und es folgt daraus unmittelbar die Darstellung

$$63\text{b})\quad \overline{\Psi}^{(2)} = \int_a^b(\overline{\Psi}_\Pi^{(2)}\cdot\Pi + \overline{\Psi}_K^{(2)}\cdot K + \overline{\Psi}_M^{(2)}\cdot M)\,ds.$$

Durch Addition von 63a) und 63b) findet man schließlich

$$63\text{c})\quad \overline{\Psi}^{(2)} = \frac{1}{2}\left\{\Pi_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial\Pi_b} + K_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial K_b} + M_b\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial M_b} + + \int_a^b(\overline{\Psi}_\Pi^{(2)}\cdot\Pi + \overline{\Psi}_K^{(2)}\cdot K + \overline{\Psi}_M^{(2)}\cdot M)\,ds\right\}.$$

Das dritte Glied $\overline{\Psi}^{(3)}$ ist ein quadratisches Funktional der kontinuierlichen äußeren Kräfte. Werden an irgendeiner Stelle s der Balkenachse die funktionalen Ableitungen nach den Funktionen $\Pi(s)$, $K(s)$, $M(s)$ gebildet, so werden sie Integrale mit Integranden, die in diesen Funktionen linear sind. Z. B. ist[31]

$$\overline{\Psi}_\Pi^{(3)} = \int_a^b (\mathfrak{C}_{11}(s, s_2)\,\Pi(s_2) + \mathfrak{C}_{12}(s, s_2)\,K(s_2) + \\ + \mathfrak{C}_{13}(s, s_2)\,M(s_2))\,ds_2,$$

und man erhält die Uebertragung des Eulerschen Satzes auf Funktionale, daß

$$64)\quad \overline{\Psi}^{(3)} = \frac{1}{2}\int_a^b (\overline{\Psi}_\Pi^{(3)}\cdot\Pi + \overline{\Psi}_K^{(3)}\cdot K + \overline{\Psi}_M^{(3)}\cdot M)\,ds$$

ist.

Beachtet man nun, daß nach 61)

$$\frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b} = \frac{\partial\overline{\Psi}^{(1)}}{\partial\Pi_b} + \frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial\Pi_b} \text{ usw.}$$

sowie die funktionalen Ableitungen

$$\overline{\Psi}_\Pi = \overline{\Psi}_\Pi^{(2)} + \overline{\Psi}_\Pi^{(3)} \text{ usw.}$$

sind, so ergibt sich durch Addition von 62), 63c) und 64) die Darstellung der Formänderungsarbeit

$$65)\quad \overline{\Psi} = \frac{1}{2}\left\{\frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b}\cdot\Pi_b + \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial K_b}\cdot K_b + \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial M_b}\cdot M_b + \\ + \int_a^b (\overline{\Psi}_\Pi\cdot\Pi + \overline{\Psi}_K\cdot K + \overline{\Psi}_M\cdot M)\,ds\right\}.$$

Stellt man daneben das Clapeyronsche Theorem 51)

$$\overline{\Psi} = \frac{1}{2}\left\{\Delta s_b\cdot\Pi_b + \Delta u_b\cdot K_b + \Delta\chi_b\cdot M_b + \\ + \int_a^b (\Delta s\cdot\Pi + \Delta u\cdot K + \Delta\chi\cdot M)\,ds\right\}$$

und berücksichtigt, daß die äußeren Kräfte ganz beliebige Werte annehmen können, so folgt durch Vergleich

$$66)\quad \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b} = \Delta s_b,\ \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial K_b} = \Delta u_b,\ \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial M_b} = \Delta\chi_b; \\ \overline{\Psi}_\Pi = \Delta s,\ \overline{\Psi}_K = \Delta u,\ \overline{\Psi}_M = \Delta\chi$$

oder in Worten:

Stellt man die Formänderungsarbeit des Balkens in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften dar, so sind ihre Ableitungen (im gewöhnlichen Sinne) nach den im Endquerschnitt angreifenden Einzelkräften Π_b, K_b, M_b gleich den zugehörigen Verrückungskomponenten des Endquerschnitts, und die funktionalen Ableitungen nach den kontinuierlich verteilten Kräften $\Pi(s)$, $K(s)$, $M(s)$ sind in jedem Punkte der Balkenachse gleich den zugehörigen Verrückungskomponenten für diesen Punkt[32].

Diesen Satz bezeichnet Castigliano als den zweiten Teil des Satzes von den Ableitungen der Formänderungsarbeit, seine Aufstellung und Nutzbarmachung ist die eigentliche Leistung von Castigliano. Diesen Satz hat er auch zuerst aufgestellt[33], der erste Teil des Satzes, der oben mitgeteilt wurde, ist erst in der späteren zusammenfassenden Darstellung hinzugefügt[34].

Die Ableitungen der Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ nach den äußeren Kräften haben sich als lineare Funktionen dieser äußeren Kräfte ergeben. Werden von ihnen wieder die ersten Ableitungen gebildet, sowohl im Sinne der gewöhnlichen Differentialrechnung wie im Sinne der Funktionalrechnung, d. h. werden die zweiten Ableitungen der Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ selbst gebildet, so müssen sie von den äußeren Kräften ganz unabhängig werden. In der Tat sind die zweiten Ableitungen von $\overline{\Psi}$ nach den äußeren Einzelkräften gleich den Koeffizienten in dem Ausdruck 14) für $\overline{\Psi}^{(1)}$, nämlich

$$67a)\quad \frac{\partial^2\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b^2} = c_{11},\quad \frac{\partial^2\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b\,\partial K_b} = c_{12} \text{ usw.}$$

Die zweiten funktionalen Ableitungen nach den kontinuierlichen Kräften $\Pi(s)$, $K(s)$, $M(s)$ sind die Koeffizienten $\mathfrak{C}$ in dem Integral $\overline{\Psi}^{(3)}$

$$67b)\quad \overline{\Psi}_{\Pi\Pi}(s_1, s_2) = \mathfrak{C}_{11}(s_1, s_2),\ \overline{\Psi}_{\Pi K}(s_1, s_2) = \mathfrak{C}_{12}(s_1, s_2) \text{ usw.},$$

wobei die erste der funktionalen Ableitungen an der Stelle s_1, die zweite an der Stelle s_2 der Balkenachse genommen ist. Bildet man schließlich die funktionale Ableitung einer gewöhnlichen partiellen Ableitung, wie $\frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b}$, an einer Stelle s der Balkenachse nach einer der Funktionen, z. B. $\Pi(s)$, so ergibt sich

$$67c)\quad \left(\frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b}\right)_\Pi = \left(\frac{\partial\overline{\Psi}^{(2)}}{\partial\Pi_b}\right)_\Pi = C_{11}(s),\quad \left(\frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b}\right)_K = C_{12}(s) \text{ usw.}$$

Die gleichen Werte erhält man, wenn man zuerst die funktionale Ableitung bildet und diese dann nach einer Einzelkraft differenziert, z. B.

$$\frac{\partial}{\partial\Pi_b}(\overline{\Psi}_\Pi) = C_{11}(s) \text{ usw.}$$

Diese Tatsache entspricht völlig der Symmetrieeigenschaft bei den zweiten Ableitungen im Sinne der gewöhnlichen Differentialrechnung, nach welcher

$$\frac{\partial^2\overline{\Psi}}{\partial\Pi_b\,\partial K_b} = \frac{\partial^2\overline{\Psi}}{\partial K_b\,\partial\Pi_b} \text{ usw.}$$

---

[31]) Bei der Bildung der Ableitungen ist zu beachten, daß $\mathfrak{C}_{11}(s_1, s_2)$, $\mathfrak{C}_{22}(s_1, s_2)$ und $\mathfrak{C}_{33}(s_1, s_2)$ symmetrische Funktionen ihrer Argumente sind ($\mathfrak{C}_{11}(s_1, s_2) = \mathfrak{C}_{11}(s_2, s_1)$).

[32]) Es mag nicht unzweckmäßig scheinen, eine dieser Beziehungen, z. B.

$$\overline{\Psi}_M = \Delta\chi$$

durch direkte Bildung der funktionalen Ableitung und deren Umrechnung zu bestätigen. Dabei mag die Rechnung der größeren Einfachheit halber für den geraden Balken durchgeführt werden. Es ist nach 56)

$$\overline{\Psi}_M = K_b\frac{2lx - x^2}{2EJ} + M_b\frac{x}{EJ} + \\ + \int_a^b (\mathfrak{C}_{23}(x_1, x)\,K(x_1) + \mathfrak{C}_{33}(x_1, x)\,M(x_1))\,dx_1,$$

worin das Integral gemäß 55a) die abgekürzte Darstellung ist für die Summe

$$\int_0^x \frac{x_1^2}{2EJ}K(x_1)\,dx_1 + \int_x^l \frac{2x_1 x - x^2}{2EJ}K(x_1)\,dx_1 + \\ + \int_0^x \frac{x_1}{EJ}M(x_1)\,dx_1 + \int_x^l \frac{x}{EJ}M(x_1)\,dx_1.$$

Andererseits ist nach den Hookeschen Beziehungen 22a)

$$E\cdot J\cdot m(x) = M(x)$$

oder wenn für die Formänderungsgröße m ihr Wert 1b) in den Verrückungskomponenten und für das innere Moment $M(x)$ sein Wert 53) in den äußeren Kräften eingeführt wird

$$EJ\cdot\frac{d\Delta\chi}{dx} = (l - x)K_b + M_b + \int_x^l \{(x_1 - x)K(x_1) + M(x_1)\}\,dx_1,$$

also

$$EJ\cdot\Delta\chi = \frac{2lx - x^2}{2}K_b + x\,M_b + \\ + \int_0^x [\int_\tau^l \{(x_1 - \tau)K(x_1) + M(x_1)\}\,dx_1]\,d\tau.$$

Wird hier noch das Integral durch partielle Integration umgeformt, so findet man

$$\Delta\chi = \frac{2lx - x^2}{2E\cdot J}K_b + \frac{x}{E\cdot J}M_b + \int_x^l \left(\frac{2x_1 x - x^2}{2EJ}\right)K(x_1)\,dx_1 + \\ + \int_0^x \frac{x_1^2}{2EJ}K(x_1)\,dx_1 + \frac{x}{EJ}\int_x^l M(x_1)\,dx_1 + \int_0^x \frac{x_1}{EJ}M(x_1)\,dx_1.$$

Der Vergleich mit der funktionalen Ableitung liefert wirklich

$$\overline{\Psi}_M = \Delta\chi.$$

[33]) A. Castigliano, Atti della R. accademia di Torino, 10 (1874/75), S. 380, und 11 (1875/76), S. 127.

[34]) A. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, S. 26 und S. 51.

ist. Auch für die zweiten funktionalen Ableitungen gilt die analoge Symmetrieeigenschaft, es ist

$$\overline{\Psi}_{\Pi,K}(s_1, s_2) = \overline{\Psi}_{K,\Pi}(s_1, s_2) = \mathfrak{C}_{12}(s_1, s_2) \text{ usw.}$$

Dazu kommt aber für die funktionalen Ableitungen noch eine weitere Symmetrieeigenschaft. Bildet man die zweite funktionale Ableitung für die gleiche Funktion, z. B. $\Pi(s)$, indem man zuerst an der Stelle s_1, dann an der Stelle s_2 die funktionale Ableitung bildet, so erhält man das gleiche Ergebnis auch, wenn man zuerst an der Stelle s_2 die funktionale Ableitung von $\overline{\Psi}$ und dann an der Stelle s_1 die funktionale Ableitung von $\overline{\Psi}_{\Pi}$ bildet. In der Tat hatte sich oben ergeben, daß $\mathfrak{C}_{11}(s_1, s_2)$, $\mathfrak{C}_{22}(s_1, s_2)$, $\mathfrak{C}_{33}(s_1, s_2)$ — das sind diese zweiten funktionalen Ableitungen — symmetrische Funktionen ihrer Argumente sind.

Diese Symmetrie der zweiten Ableitungen ist die Quelle eines Reziprozitätssatzes, der für das Fachwerk von **Maxwell**[35]) und in voller Allgemeinheit für den kontinuierlichen Körper von **Betti**[36]) aufgestellt wurde. Denn die Symmetrie ermöglicht es, neben das quadratische Funktional $\overline{\Psi}$ ein bilineares Funktional zu setzen. Es seien nämlich

68 a) $\Pi'_b, K'_b, M'_b;\ \Pi'(s),\ K'(s),\ M'(s)$ und

68 b) $\Pi''_b, K''_b, M''_b;\ \Pi''(s),\ K''(s),\ M''(s)$

zwei verschiedene Systeme von äußeren Kräften, dann wird

$$\begin{aligned}
69)\quad \overline{\Psi}^* = {} & [c_{11}\Pi'_b\Pi''_b + c_{12}(\Pi'_b K''_b + \Pi''_b K'_b) + c_{22}K'_b K''_b + \\
& + c_{13}(\Pi'_b M''_b + \Pi''_b M'_b) + c_{23}(K'_b M''_b + K''_b M'_b) + \\
& + c_{33} M'_b M''_b] \\
& + \Pi'_b \int_a^b (C_{11}(s_1)\Pi''(s_1) + C_{12}(s_1)K''(s_1) + C_{13}(s_1)M''(s_1))\,ds_1 + \\
& + \Pi''_b \int_a^b (C_{11}(s_1)\Pi'(s_1) + C_{12}(s_1)K'(s_1) + C_{13}(s_1)M'(s_1))\,ds_1 \\
& + K'_b \int_a^b (C_{21}(s_1)\Pi''(s_1) + C_{22}(s_1)K''(s_1) + C_{23}(s_1)M''(s_1))\,ds_1 + \\
& + K''_b \int_a^b (C_{21}(s_1)\Pi'(s_1) + C_{22}(s_1)K'(s_1) + C_{23}(s_1)M'(s_1))\,ds_1 \\
& + M_b \int_a^b (C_{31}(s_1)\Pi''(s_1) + C_{32}(s_1)K''(s_1) + C_{33}(s_1)M''(s_1))\,ds_1 + \\
& + M''_b \int_a^b (C_{31}(s_1)\Pi'(s_1) + C_{32}(s_1)K'(s_1) + C_{33}(s_1)M'(s_1))\,ds_1 \\
& + \int_a^b\!\!\int_a^b \{\mathfrak{C}_{11}(s_1, s_2)\Pi'(s_1)\Pi''(s_2) + \mathfrak{C}_{12}(s_1, s_2)(\Pi'(s_1)K''(s_2) + \\
& + \Pi''(s_1)K'(s_2)) + \mathfrak{C}_{22}(s_1, s_2)K'(s_1)\cdot K''(s_2) + \\
& + \mathfrak{C}_{13}(s_1, s_2)(\Pi'(s_1)M''(s_2) + \Pi''(s_1)M'(s_2)) + \\
& + \mathfrak{C}_{23}(s_1, s_2)(K'(s_1)M''(s_2) + K''(s_1)M'(s_2)) + \\
& + \mathfrak{C}_{33}(s_1, s_2)M'(s_1)M''(s_2)\}\,ds_1\,ds_2
\end{aligned}$$

das dem quadratischen Funktional zugeordnete bilineare Funktional sein. Die Formänderungsarbeit für die beiden Systeme 68) von äußeren Kräften ist

$$\overline{\Psi}' = \overline{\Psi}[\Pi'(s),\ K'(s),\ M'(s)|;\ \Pi'_b, K'_b, M'_b] \quad \text{bzw.}$$
$$\overline{\Psi}'' = \overline{\Psi}[\Pi''(s),\ K''(s),\ M''(s)|;\ \Pi''_b, K''_b, M''_b].$$

Achtet man daher auf die oben erhaltenen Ausdrücke für die Ableitungen der Formänderungsarbeit, so erhält man wegen der Symmetrieeigenschaften der Koeffizienten

$$\begin{aligned}
\overline{\Psi}^* = {} & \Pi'_b \frac{\partial \overline{\Psi}''}{\partial \Pi''_b} + K'_b \frac{\partial \overline{\Psi}''}{\partial K''_b} + M'_b \frac{\partial \overline{\Psi}''}{\partial M''_b} + \\
& + \int_a^b (\Pi'(s)\overline{\Psi}''_{\Pi''}(s) + K'(s)\cdot\overline{\Psi}''_{K''}(s) + M'(s)\overline{\Psi}''_{M''}(s))\,ds \\
= {} & \Pi''_b \frac{\partial \overline{\Psi}'}{\partial \Pi'_b} + K''_b \frac{\partial \overline{\Psi}'}{\partial K'_b} + M''_b \frac{\partial \overline{\Psi}'}{\partial M'_b} + \\
& + \int_a^b (\Pi''(s)\overline{\Psi}'_{\Pi'}(s) + K''(s)\cdot\overline{\Psi}'_{K'}(s) + M''(s)\Psi'_{M'}(s))\,ds.
\end{aligned}$$

Beachtet man dann noch, daß nach dem **Castiglianoschen** Satze die Ableitungen der Formänderungsarbeit nach den äußeren Kräften gleich den Verrückungskomponenten sind, und bezeichnet man die zum ersten Kraftsystem gehörenden Verrückungskomponenten mit $\Delta s'$, $\Delta u'$, $\Delta\chi'$, die zum zweiten gehörenden mit $\Delta s''$, $\Delta u''$, $\Delta\chi''$, so erhält man die reziproke Beziehung

$$\begin{aligned}
70)\quad & \Pi'_b\,\Delta s''_b + K'_b\,\Delta u''_b + M'_b\,\Delta\chi''_b + \\
& + \int_a^b (\Pi'(s)\,\Delta s''(s) + K'(s)\,\Delta u''(s) + M'(s)\,\Delta\chi''(s))\,ds \\
= {} & \Pi''_b\,\Delta s'_b + K''_b\,\Delta u'_b + M''_b\,\Delta\chi'_b + \\
& + \int_a^b (\Pi''(s)\,\Delta s'(s) + K''(s)\,\Delta u'(s) + M''(s)\,\Delta\chi'(s))\,ds.
\end{aligned}$$

Dieser Reziprozitätssatz läßt sich in den Worten aussprechen:

Die Arbeit, welche das erste Kraftsystem bei dem zweiten Verrückungssystem leisten würde, ist von gleicher Größe wie die Arbeit, welche das zweite Kraftsystem bei dem ersten Verrückungssystem leisten würde.

§ 6. Vereinfachung der Ausführungen des vorigen Paragraphen in der technischen Praxis.

In der technischen Praxis sind im allgemeinen die äußeren Kräfte als **Lasten** gedacht, d. h. der Balken wird aufgefaßt als Träger von **schweren Körpern**. Demnach wird in der Regel die kontinuierlich über die Balkenachse verteilte Momentbelastung $M(s)$ gleich Null vorausgesetzt, so daß sich die Gleichgewichtsbedingung für das innere Moment zu

$$71)\quad \frac{dM}{ds} + Q = 0$$

vereinfacht. Das Endmoment M_b auf der freien Endscheibe hat dagegen auch in technisch wichtigen Fällen eine Bedeutung und wird daher in der Regel beibehalten. Die äußeren Kräfte $\Pi(s)$, $K(s)$ besitzen in jedem Punkt der Balkenachse eine Resultierende $\Upsilon(s)$, deren Richtung gleich der Schwererichtung ist. Wird also ein Koordinatensystem mit horizontaler X-Achse und vertikaler Y-Achse eingeführt und ist $\alpha(s)$ der Winkel der Tangente der Balkenachse mit der x-Achse, so ist

72 a) $\Pi(s) = -\Upsilon(s)\sin\alpha(s),\quad K(s) = \Upsilon(s)\cos\alpha(s),$

für die Einzelkräfte gilt entsprechend

72 b) $\Pi_b = -\Upsilon_b \sin\alpha_b,\quad K_b = \Upsilon_b\cos\alpha_b.$

Eine wesentliche Vereinfachung der Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte P und Q wird dadurch freilich nicht herbeigeführt, dagegen werden diese Gleichgewichtsbedingungen ganz wesentlich dadurch einfacher, daß es üblich ist, den Krümmungsradius ρ, wenn er nicht allzu klein ist, einfach unendlich groß zu setzen. Dadurch erhalten sie die Gestalt

$$73)\quad \frac{dP}{ds} - \Upsilon(s)\sin\alpha(s) = 0,\quad \frac{dQ}{ds} + \Upsilon(s)\cos\alpha(s) = 0$$ [37])

und unterscheiden sich in ihrem Wesen nicht mehr von den entsprechenden Gleichungen für den geraden Balken. Diese lauten wegen $\alpha = 0$

$$\frac{dP}{dx} = 0,\quad \frac{dQ}{dx} + \Upsilon(x) = 0,$$

---

[35]) J. Cl. **Maxwell**, On the calculation of the equilibrium and stiffnes of frames, Philosophical Magazine (4) 27 (1864), S. 291, oder Scientific papers 1, S. 598.

[36]) E. **Betti**, Nuovo Cimento (2) 7 (1872), S. 89 oder Annali di matematica (2) 6, (1874), S. 101.

[37]) Die gleiche Vereinfachung wird dann natürlich auch in die Beziehungen zwischen Formänderungsgrößen und Verrückungskomponenten eingeführt, so daß diese die Gestalt

$$72c)\quad p = \frac{d\Delta s}{ds},\quad q = \frac{d\Delta u}{ds} - \Delta\chi,\quad m = \frac{d\Delta\chi}{ds}$$

erhalten. Da weiter von den meisten Autoren noch die Formänderungsgröße $q = 0$ genommen wird, vereinfacht sich dies System weiter zu

$$72d)\quad \Delta\chi = \frac{d\Delta u}{ds},\quad m = \frac{d^2\Delta u}{ds^2}.$$

und da nach den Randbedingungen 72b) $P(x_b) = 0$ ist, so führt die erste von ihnen zu $P(x) \equiv 0$. Sie wird daher in der Regel in den Darstellungen ganz fortgelassen und die zweite Gleichung mit 71) vereinigt zu

$$\text{74)} \qquad \frac{d^2 M}{dx^2} = \Upsilon(x).$$

In der technischen Praxis werden andererseits in einer Hinsicht die bisherigen Ueberlegungen noch verallgemeinert. Während hier bisher vorausgesetzt wurde, daß nur an der Endscheibe b Einzelkräfte angreifen, behandelt man in der technischen Praxis den Fall, daß auch in einzelnen inneren Punkten der Balkenachse Einzelkräfte $\Pi_1, K_1, \ldots, \Pi_n, K_n$ angreifen. Ja, in einzelnen Aufgaben tritt sogar eine Belastung mit einem Moment $M_1, M_2, \ldots, M_n$ in bestimmten Punkten der Balkenachse auf. Diese Einzelkräfte sind neben der kontinuierlichen Belastung vorhanden, die in der Regel nicht fehlt. Denn man pflegt z. B. das Eigengewicht des Balkens in der Weise zu berücksichtigen, daß man den gewichtslos gedachten Balken mit kontinuierlichen Kräften belastet denkt, welche dem Eigengewicht des Balkens gleich sind. In diesem Falle hat man die Gleichgewichtsbedingungen für die inneren Kräfte — sei es in ihrer ursprünglichen Gestalt 20), sei es in der eben aufgestellten vereinfachten Gestalt — für die einzelnen Stücke der Balkenachse zwischen den Angriffspunkten der Einzelkräfte, die sog. „Feldweiten" zu integrieren und die Einzelkräfte als Randwerte zur Bestimmung der Integrationskonstanten heranzuziehen. Die inneren Kräfte sind dann nicht mehr stetige Funktionen, wie sie es bei alleinigem Vorhandensein einer kontinuierlichen Belastung waren, sondern sie ändern sich sprungweise in den Angriffspunkten der Einzelkräfte.

Fehlt die kontinuierliche Belastung und sind nur Einzelkräfte vorhanden — die Technik arbeitet gern mit diesem Falle[38] —, so sind, wenn man die Gleichgewichtsbedingungen in der Form 73) benutzt, die inneren Kräfte $P(s)$ und $Q(s)$ in den einzelnen Feldweiten konstant. Die Aenderungen an den Angriffsstellen der Einzelkräfte bestimmen sich aus den Differenzenbeziehungen

$$P_{m+1} - P_m + \Pi_m = 0, \quad Q_{m+1} - Q_m + K_m = 0,$$

wo unter Π_m, K_m die $m$te der Einzelkräfte verstanden ist. Das innere Moment $M(s)$ bestimmt sich durch die Quadratur der eben ermittelten Treppenkurve für Q, wobei ev. noch die Einzelmomente $M_1, \ldots, M_n$ zu beachten sind[39].

Die inneren Kräfte sind so als lineare Funktionen der äußeren Einzelkräfte bestimmt mit Koeffizienten, die von der Stelle s der Balkenachse abhängen. Führt man diese linearen Funktionen in den Ausdruck für die Formänderungsarbeit ein, welcher im Sinne der benutzten Vereinfachungen die Gestalt

$$\overline{\Psi} = \frac{1}{2} \int_a^b \left(\frac{P^2}{EF} + \frac{\varkappa Q^2}{G \cdot F} + \frac{M^2}{EJ} \right) ds$$

besitzt, so wird diese Formänderungsarbeit eine homogene quadratische Funktion der Einzelkräfte mit konstanten Koeffizienten.

Man kann diese quadratische Funktion als Sonderfall des quadratischen Funktionals $\overline{\Psi}$ ansehen, durch welches im vorigen Paragraphen die Formänderungsarbeit dargestellt wurde, und kann sie unmittelbar aus diesem gewinnen. Dazu muß man die Einzelkräfte (Π_1, K_1, M_1); $(\Pi_2, K_2, M_2), \ldots$ so aus den kontinuierlichen Kräften entstanden denken, daß man die kontinuierlichen Kräfte überall auf der Balkenachse gleich Null nimmt mit Ausnahme der unmittelbaren Umgebung der Angriffspunkte der Einzelkräfte. In der Umgebung dieser Angriffsstellen aber läßt man die kontinuierlichen Kräfte sehr große Werte annehmen, und zwar um so größere, je mehr man die Umgebung der Angriffsstellen einschränkt. Bei diesen Grenzübergängen kann man es so einrichten, daß die Grenzwerte

$$\text{75)} \quad \lim_{ds \to 0} (\Pi(s)\, ds) = \Pi_\lambda, \quad \lim_{ds \to 0} (K(s)\, ds) = K_\lambda,$$
$$\lim_{ds \to 0} (M(s)\, ds) = M_\lambda \quad (\lambda = 1, 2 \ldots n),$$

also gleich den Einzelkräften werden. Bei eben diesen Grenzübergängen werden die Integrale in den Gliedern $\overline{\Psi}^{(2)}$ und $\overline{\Psi}^{(3)}$ des quadratischen Funktionals $\overline{\Psi}$ nach 59) und 60) zu Summen über die Einzelkräfte, so daß in der Tat $\overline{\Psi}$ zu einer homogenen quadratischen Funktion der Einzelkräfte wird.

Wird der gleiche Grenzübergang 75) in der Clapeyronschen Gleichung 51) durchgeführt, so tritt auch bei dieser an die Stelle des Integrals eine Summe über die Einzelkräfte, worin die Koeffizienten gleich den zugehörigen Verrückungskomponenten der Angriffspunkte der Einzelkräfte sind:

$$\text{76)} \quad \overline{\Psi} = \frac{1}{2} \sum_1^n {}_\lambda \left(\Pi_\lambda \Delta s_\lambda + K_\lambda \Delta u_\lambda + M_\lambda \Delta \chi_\lambda \right) {}^{40)}.$$

Für die Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ gilt, da sie eine homogene Funktion zweiter Ordnung ist, nach dem Eulerschen Satze über homogene Funktionen

$$\text{77)} \quad \overline{\Psi} = \frac{1}{2} \sum_1^n {}_\lambda \left(\Pi_\lambda \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial \Pi_\lambda} + K_\lambda \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial K_\lambda} + M_\lambda \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_\lambda} \right),$$

und da die äußeren Einzelkräfte ganz beliebig vorgegeben werden können, so folgen durch Vergleich der Koeffizienten die Beziehungen

$$\text{78)} \quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial \Pi_\lambda} = \Delta s_\lambda, \quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial K_\lambda} = \Delta u_\lambda, \quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_\lambda} = \Delta \chi_\lambda.$$

Dies ist der Castiglianosche Satz, der sich also für Einzelkräfte so aussprechen läßt: „Die Ableitung der Formänderungsarbeit (dargestellt als gewöhnliche Funktion der äußeren Kräfte) nach einer der Einzelkräfte ist gleich der zugehörigen Verrückung des Angriffspunkts dieser Einzelkraft."

Ueber die Verrückungen solcher Punkte der Balkenachse, in denen eine Einzelkraft nicht angreift, gestattet dieser Satz zunächst nichts auszusagen. Es entsteht also bei der Bestimmung der Verrückungen dieser Punkte eine Schwierigkeit, welche in der alten Fassung des Satzes, in der es sich um funktionale Ableitungen handelte, nicht auftreten konnte. Denn bei der Bildung einer funktionalen Ableitung macht es nichts aus, wenn in der Umgebung des Punktes der Balkenachse, für den die funktionale Ableitung gebildet werden soll, die Funktion selbst, nach der abgeleitet wird, den Wert Null besitzt. Die Variation der Funktion in der Umgebung einer solchen Stelle ist ja gleichwohl möglich. **Castigliano** hilft sich nun bei Einzelkräften in einer Weise, die erkennen läßt, daß ihm im Grunde bei seiner Differentiation nach den Einzelkräften der Gedanke einer Variation, wie er der funktionalen Ableitung zugrunde liegt, vorgeschwebt hat. Um nämlich für eine Stelle, an welcher keine Einzelkraft angreift, die eintretenden Verrückungskomponenten zu finden, bringt er an dieser Stelle je eine Einzelkraft auf, wie sie zu der einzelnen gesuchten Verrückungskomponente gehört, und bestimmt die Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ als Funktion der

[38]) Die technische Praxis pflegt geradezu eine kontinuierliche Belastung durch eine „statisch äquivalente" Belastung mit Einzelkräften zu ersetzen.

[39]) Sind sowohl Einzelkräfte als auch eine kontinuierliche Belastung vorhanden, so sind wegen der einfachen Gestalt der Gleichungen 73) die inneren Kräfte $P(s)$ und $Q(s)$ die Summen der Ausdrücke, welche man erhält, wenn man je für sich die inneren Kräfte zu der Belastung mit Einzelkräften und zu der Belastung mit kontinuierlichen Kräften bestimmt. In dieser Weise geht man auch in der technischen Praxis vor.

[40]) Die an der Endscheibe b wirksamen Einzelkräfte mögen jetzt auch eine Nummer tragen, etwa $\Pi_b = \Pi_n$, $K_b = K_n$, $M_b = M_n$ sein.

gegebenen Einzelkräfte und dieser Zusatzkraft. Dann differenziert er nach der Zusatzkraft und setzt, um die Verrückungskomponente zu erhalten, in der Ableitung die Zusatzkraft wieder Null. Man erkennt unmittelbar, wie er hier das Verfahren der Variation, das bei der Bildung der funktionalen Ableitungen auszuführen ist, mit der Differentiation nachmacht.

Dieses Verfahren, zur Bestimmung der Verrückungskomponenten eine Zusatzlast als Einzelkraft anzubringen und diese nach Ausführung der Differentiation wieder gleich Null zu setzen, wenden Castigliano und seine Nachfolger auch dann an, wenn der Balken mit kontinuierlichen äußeren Kräften belastet ist. An eine wirkliche Variation und die Bildung der funktionalen Ableitungen wird natürlich in der technischen Praxis nicht gedacht, vielmehr wird bei Castigliano die Auffassung so gewendet, daß die kontinuierliche Belastung mit einer Belastung mit Einzelkräften verbunden gedacht wird, auch wenn in Wirklichkeit gar keine Einzelkräfte wirksam sind. Es wird dann die kontinuierliche Belastung ganz ungeändert gelassen und an der betrachteten Stelle eine Einzelkraft angebracht, nach dieser wird differenziert und sie in der Ableitung wieder Null gesetzt [41]).

Sind nur Einzelkräfte vorhanden, so spricht sich auch der Reziprozitätssatz besonders einfach aus. Da die Formänderungsarbeit eine homogene quadratische Funktion der äußeren Kräfte ist, so kann man neben sie eine Bilinearform stellen, in der statt des einen Systems von Einzelkräften zwei solche Systeme als die unabhängigen Veränderlichen erscheinen. Ordnet man je nach dem einen System von äußeren Kräften, so sind die Koeffizienten die Verrückungskomponenten, welche zu dem anderen System gehören, so daß sich ergibt

$$79)\quad \sum_1^n \lambda\, \Delta s'_\lambda \Pi''_\lambda + \Delta u'_\lambda K''_\lambda + \Delta\chi'_\lambda M''_\lambda = \\ = \sum_1^n \lambda\, \Delta s''_\lambda \Pi'_\lambda + \Delta u''_\lambda K'_\lambda + \Delta\chi''_\lambda M'_\lambda .$$

§ 7. Verallgemeinerung der Befestigungsbedingungen. Das Menabreasche Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit für die Randbedingungen.

Bisher ist der Balken so befestigt gedacht, daß die Anfangsscheibe a unbeweglich gemacht wurde oder daß der Balken in der Ausdrucksweise der Technik am Ende a eingeklemmt worden ist. In der Praxis wird aber im allgemeinen die Befestigung eine andere sein. Entsprechend dem Zwecke eines Balkens (zur Ueberbrückung einer Oeffnung) wird in der Regel der Balken an seinem einen Ende a nicht eingeklemmt, sondern drehbar befestigt, dafür wird dem anderen Endpunkt b die Bedingung auferlegt, daß er sich auf einer vorgeschriebenen Bahn [42]) bewegen muß. Auch

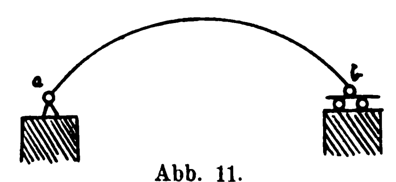


Abb. 11.

durch eine solche Befestigung ist dem Balken die Möglichkeit, sich wie ein starrer Körper zu bewegen, genommen, seine elastische Formänderung aber in keiner Weise gehindert. Analytisch lauten diese Befestigungsbedingungen für den Begrenzungspunkt a

$$80a)\quad \Delta s_a = 0, \quad \Delta u_a = 0,$$

[41]) A. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, S. 152.

[42]) Die Bahn werde als vollkommen glatt vorausgesetzt, so daß keine Reibungswiderstände auftreten.

und für den Endpunkt b

$$80b)\quad -\Delta s_b \sin\beta + \Delta u_b \cos\beta = 0,$$

wenn β der Winkel zwischen der Endtangente der Balkenachse und der Tangente der vorgeschriebenen Bahn des Endpunktes b ist [43]). Entsprechend diesen Befestigungsbedingungen werden von den äußeren Einzelkräften der Endscheiben Π_a und K_a wie bisher als Reaktionen anzusehen sein, dazu tritt als dritte Reaktion die Komponente von Π_b und K_b in Richtung der Bahnnormalen, also

$$-\Pi_b \sin\beta + K_b \cos\beta.$$

Als äußere Kräfte sind danach außer der kontinuierlichen Belastung die beiden Endmomente M_a und M_b sowie die Komponente von Π_b und K_b in Richtung der Bahntangente

$$81)\quad H = \Pi_b \cos\beta + K_b \sin\beta$$

anzusehen [44]).

Zur Bestimmung der inneren Kräfte sind dann neben die Differentialgleichungen 20) die Randbedingungen

$$82)\quad M(s_a) + M_a = 0, \quad M(s_b) - M_b = 0, \\ P(s_b)\cos\beta + Q(s_b)\sin\beta - H = 0$$

zu stellen. Bildet man unter Benutzung der hieraus berechneten inneren Kräfte die Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$, so ergibt sich jetzt ein gemischtes Funktional, in welches M_a, M_b, H als gewöhnliche Veränderliche eingehen

$$83)\quad \overline{\Psi} = \overline{\Psi}\,[\Pi(s), K(s), M(s) \,|\, ; \; M_a, M_b, H].$$

Es kann in der gleichen Weise wie im § 5 durch Vergleich mit der entsprechend modifizierten Clapeyronschen Gleichung der Castiglianosche Satz über die Ableitungen nach den äußeren Kräften gewonnen werden. Für die kontinuierlichen Kräfte bleibt das Ergebnis ungeändert, für die Einzelkräfte ergibt sich jetzt

$$84)\quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_a} = -\Delta\chi_a, \quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_b} = \Delta\chi_b, \quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial H} = \Delta\eta,$$

wobei

$$85)\quad \Delta\eta = \cos\beta \cdot \Delta s + \sin\beta \cdot \Delta u$$

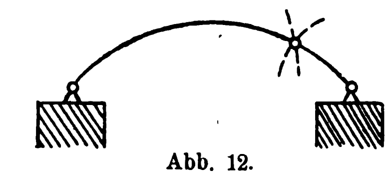
die Verrückungskomponente des Endpunktes b in Richtung der Bahntangente ist [45]).

Die bisher betrachteten Befestigungsbedingungen hinderten die elastische Formänderung des Balkens nicht, und die zu den Befestigungen gehörigen Reaktionen ließen sich aus den Gleichgewichtsbedingungen für die äußeren Kräfte berechnen, d. h. aus den Gleichgewichtsbedingungen, wie sie für einen starren Körper bestehen. Innere Kräfte können hier nicht auftreten, solange der Balken nicht mit äußeren Kräften belastet ist. Dies wird anders, wenn

[43]) Im allgemeinen ist die Bahn horizontal, also β der Winkel der Endtangente der Balkenachse mit der Horizontalen.

[44]) H ist bei horizontaler Bahn die Horizontalkomponente der Endkraft.

[45]) Hier ordnet sich auch der Dreigelenkbogen ein, der in der technischen Praxis eine große Rolle spielt. Bei


Abb. 12.

diesem sind beide Endpunkte drehbar befestigt, dafür ist aber auf der Balkenachse ein Gelenk angebracht. Offenbar hat man dort zwei Balken der Art, wie sie eben betrachtet sind, drehbar um einen Punkt, während der zweite Endpunkt auf vorgeschriebener Bahn läuft, nämlich b_1 auf dem Kreise um a_2, b_2 auf dem Kreise um a_1. In dem Gelenkpunkt besitzen die äußeren Momente M_{b_1} und M_{b_2} vorgeschriebene Werte, und zwar gewöhnlich beide den Wert Null, in die äußeren Einzelkräfte Π_{b_1} und K_{b_1} sind die vom anderen Balkenteil her übertragenen inneren Kräfte $P(s_{b_2})$ und $Q(s_{b_2})$ einzurechnen und umgekehrt.

z. B. beide Endpunkte des Balkens drehbar befestigt werden, ohne daß ein Gelenk auf der Balkenachse eingeschoben ist. (Symmetrischer Bogenträger.) Durch eine Befestigung dieser Art ist nicht nur verhindert, daß der Balken sich wie ein starrer Körper bewegen kann, sondern es ist auch die freie elastische Formänderung

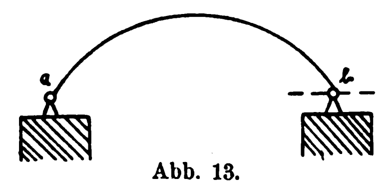


Abb. 13.

unmöglich gemacht. Es könnten, auch ohne daß äußere Kräfte an dem Balken angriffen, innere Kräfte, sog. Eigenspannungen vorhanden sein[46]). Doch mag der Einfachheit hier von solchen Eigenspannungen abgesehen und vorausgesetzt werden, daß der Balken im unbelasteten Zustande von inneren Kräften frei sei.

Als äußere Kräfte können an einem so befestigten Balken außer den kontinuierlichen Kräften nur die beiden Endmomente M_a und M_b angesehen werden (man wird sie im allgemeinen beide gleich Null vorschreiben), während die vier äußeren Einzelkräfte Π_a, K_a, Π_b, K_b als Reaktionen anzusehen sind, zu deren Bestimmung man die drei Gleichgewichtsbedingungen 18) für die äußeren Kräfte zur Verfügung hätte. Es bleibt also eine dieser Reaktionen unbestimmt; man nennt daher den Balken statisch unbestimmt, und zwar, da gerade eine Gleichung zur Bestimmung der Reaktionen fehlt, einfach statisch unbestimmt. Ehe man die Behandlung der Aufgabe in der bisherigen Art angreifen könnte, müßte die eine unbekannte Reaktion bestimmt sein. Das erfordert bereits das Heranziehen der elastischen Eigenschaften des Balkens, die in folgender Weise geschehen kann.

Man denkt die gelenkige Befestigung des Balkenendes in einem Endpunkt, etwa in b gelöst und schreibt statt der Befestigung diesem Ende nur vor, auf einer vorgeschriebenen Bahn, die man der Einfachheit halber als horizontale Gerade wählt, zu bleiben. Würde man noch die Komponente H der Einzelkräfte Π_b, K_b nach der Bahntangente kennen[47]), so wäre der Balken statisch bestimmt und man hätte den zu Anfang dieses Paragraphen behandelten Fall, und man könnte die Formänderungsarbeit in ihrer Abhängigkeit von den äußeren Kräften $\overline{\Psi}\,[\Pi(s), K(s), M(s)|; M_a, M_b, H]$ ausrechnen. Die Ableitung dieses gemischten Funktionals nach der Einzelkraft H gäbe die Verschiebung $\Delta\eta$ des Balkenendes b, welche unter dem Einfluß der äußeren Kräfte in Richtung der Bahntangente eintreten würde,

$$86)\qquad \Delta\eta = \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial H}.$$

Denkt man daher die äußeren Kräfte bis auf die Einzelkraft H fest vorgeschrieben, dagegen H als veränderlich, so wird die Verschiebung $\Delta\eta$ des Balkenendes auf der Bahn eine gewöhnliche Funktion der Einzelkraft H und sich mit dieser gemäß 86) ändern. Neben den gegebenen Balken, der an beiden Enden gelenkig befestigt ist, ist so ein fingierter statisch bestimmter Balken gestellt, dessen Endpunkt b mit einer veränderlichen Einzelkraft H belastet ist und in Richtung dieser Kraft eine durch 86) gelieferte Verrückung erfährt. Soll der elastische Gleichgewichtszustand dieses fingierten statisch bestimmten Balkens mit dem des vorgelegten einfach statisch unbestimmten symmetrischen Bogenträgers übereinstimmen, so muß die Verschiebung $\Delta\eta$ des gelösten Endpunktes b auf seiner Bahngerade Null sein. Es muß also die veränderlich gedachte Einzelkraft H so bestimmt werden, daß

$$87)\qquad \frac{\partial\overline{\Psi}}{\partial H} = 0$$

wird.

Man kann diese Bedingung als eine Extremumsbedingung ansehen und erhält so für die Ermittelung der „statisch unbestimmten Reaktion H" die folgende Extremumsforderung:

Der Balken wird durch eine geeignete Abänderung der Befestigung in einen statisch bestimmten Balken verwandelt, wobei zu einer aufgehobenen Befestigung eine zugehörige Einzelkraft einzuführen ist; es ist dann die Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ durch die fest vorgeschriebenen äußeren Kräfte und die eben eingeführten Einzelkräfte, die als veränderlich angesehen werden, auszudrücken, so daß sie als Funktion dieser Einzelkräfte erscheint, und schließlich sind die Einzelkräfte so zu bestimmen, daß diese Funktion einen Extremwert erhält.

Dies Prinzip wird nach Menabrea benannt, der ein solches Prinzip zur Bestimmung der Spannkräfte überzähliger Stäbe in statisch unbestimmten Fachwerken aufgestellt hat[48]). Die Fassung, die es hier für den Balken erhalten hat, ist nur erst für den einfach statisch unbestimmten, symmetrischen Bogenträger als richtig nachgewiesen, sie gilt aber auch in allgemeinen Fällen, wie

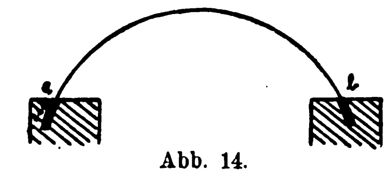


Abb. 14.

jetzt am beiderseitig eingeklemmten Balken gezeigt werden möge.

[46]) Sie entstehen z. B. bei der Montierung, wenn der Balken nicht genau zwischen die beiden festen Gelenke eingepaßt ist (Montierungsspannungen). Wäre er auch bei einer bestimmten Temperatur genau eingepaßt, so würde bei einer Temperaturänderung sich seine Länge ändern und er nicht mehr genau passen, so daß Eigenspannungen entstehen (Temperaturspannungen).

[47]) Da man die Bahn als horizontale Gerade wählt, ist die Richtung dieser Einzelkraft H horizontal. Da in praktischen Fällen die äußeren Kräfte sämtlich durch die Schwere hervorgerufen werden, so liefern sie keine horizontale Komponente. H ist daher für die Horizontalkomponenten der äußeren Kräfte allein wesentlich und heißt Horizontalschub.

[48]) Bei (innerlich) statisch unbestimmten Fachwerken sind die Spannkräfte der überzähligen Stäbe statisch unbestimmt. Zu ihrer Festlegung hat Menabrea sein Prinzip aufgestellt. Bei diesem Prinzip sind zwei Auffassungen möglich. Entweder kann man die Spannkräfte dieser Stäbe den inneren Kräften des Fachwerks zurechnen; dann bestimmen die Gleichgewichtsbedingungen, welche äußere und innere Kräfte verknüpfen, die letzteren nicht vollständig. Durch eine Extremumsforderung für die Formänderungsarbeit als Funktion der inneren Kräfte, wobei die Gleichgewichtsbedingungen als Nebenbedingungen hinzutreten, kann man dann die überzähligen Spannkräfte ermitteln. Andererseits kann man die Spannkräfte der überzähligen Stäbe als äußere Kräfte des Fachwerks ansehen, dann ist nur ein Teil der äußeren Kräfte vorgeschrieben, ein Teil aber unbestimmt. Eine zweite Auffassung des Menabreaschen Prinzips legt in diesem Falle durch eine Extremumsforderung für die Formänderungsarbeit als Funktion der äußeren Kräfte, bei der die Spannkräfte der überzähligen Stäbe als Veränderliche angesehen werden, diese unbestimmten äußeren Kräfte fest. Beide Formen des Prinzips sind beim Fachwerk nur verschiedene Auffassungen einer und derselben Sache und sind deshalb beim Fachwerk auch nicht auseinandergehalten, sie führen aber zu wesentlich verschiedenen Prinzipien, wenn man sie auf den kontinuierlichen Körper überträgt. Für den Balken kann es ein Analogon zur ersten Auffassung des Menabreaschen Prinzips nicht geben, da, wie oben dargelegt wurde, die inneren Kräfte durch die Gleichgewichtsbedingungen vollkommen bestimmt sind. Der Balken tritt somit in Parallele zum statisch bestimmten Fachwerk. Die zweite Auffassung des Menabreaschen Prinzips ist es, welche hier auf den Balken übertragen wird.

Für einen solchen ist keine der an den Endscheiben angreifenden Einzelkräfte mehr gegeben, sondern nur die kontinuierliche Belastung. Die Befestigungsbedingungen lauten analytisch

88a) $\Delta s_a = 0,\quad \Delta u_a = 0,\quad \Delta \chi_a = 0$ und

88b) $\Delta s_b = 0,\quad \Delta u_b = 0,\quad \Delta \chi_b = 0.$

Es sind also drei Befestigungsbedingungen mehr gegeben als notwendig sind, um zu verhindern, daß sich der Balken wie ein starrer Körper bewegen kann, und es fehlen dafür drei Angaben über die an den Endscheiben angreifenden Einzelkräfte. Der beiderseitig eingeklemmte Balken ist demnach als dreifach statisch unbestimmt zu bezeichnen. Im Sinne des Menabreaschen Prinzips sind drei Befestigungen so fortzunehmen, daß der Balken statisch bestimmt wird. Am einfachsten erreicht man dies so, daß man die Einspannung des Balkenendes b völlig beseitigt und an diesem Ende die veränderlich zu denkenden Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b anbringt. Die Formänderungsarbeit $\overline{\Psi}$ des so fingierten einseitig eingeklemmten Balkens kann nach den obigen Ergebnissen leicht durch die äußeren Kräfte ausgedrückt werden und erscheint, da die kontinuierlichen Kräfte fest vorgeschrieben sind, als Funktion der veränderlich gedachten Einzelkräfte Π_b, K_b, M_b. Nach dem Castiglianoschen Satze sind die Ableitungen der Formänderungsarbeit nach diesen Einzelkräften gleich den Verrückungskomponenten der Endscheibe b:

$$\frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial \Pi_b} = \Delta s_b,\quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial K_b} = \Delta u_b,\quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_b} = \Delta \chi_b,$$

welche unter der Wirkung der äußeren Kräfte eintreten. Soll der elastische Formänderungszustand dieses fingierten statisch bestimmten Balkens mit dem des gegebenen, beiderseits eingeklemmten Balkens übereinstimmen, so sind die veränderlich gedachten Einzelkräfte so zu bestimmen, daß die Befestigungsbedingungen 88b) erfüllt werden, d. h. die statisch unbestimmten Reaktionen Π_b, K_b, M_b des beiderseitig eingespannten Balkens müssen die Bedingungen

89) $$\frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial \Pi_b} = 0,\quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial K_b} = 0,\quad \frac{\partial \overline{\Psi}}{\partial M_b} = 0\ ,$$

erfüllen, oder sie müssen die Formänderungsarbeit im Sinne des Menabreaschen Prinzips zu einem Extremum machen. Die Vergleichszustände sind dabei solche Gleichgewichtszustände des Balkens, bei denen die Einspannungsbedingung für das Balkenende b nicht erfüllt ist.

Der beiderseitig eingeklemmte Balken zeigt die größtmögliche statische Unbestimmtheit, solange man an einen einzelnen Balken denkt, welcher nur eine Oeffnung überbrückt. Doch werden in der technischen Praxis auch aus mehreren Balken zusammengesetzte Konstruktionen verwendet, sei es, daß ein Balken mit einem Fachwerk verbunden wird, sei es, daß mehrere Balken zu einem Balkenwerk vereinigt sind. Von letzteren ist besonders der über mehrere Oeffnungen fortlaufende Balken hervorzuheben. Aber solche Balkenwerke lassen sich immer in einzelne Balken auflösen, so daß ihre Untersuchung keine neuen Gesichtspunkte heranbringen würde. Beispielsweise wird man den durchlaufenden Balken über den mittleren Stützen durchschneiden und in der Schnittfläche ein System von Einzelkräften anbringen, das die Bindung ersetzt. Diese Systeme von Einzelkräften sind dabei als statisch unbestimmte Reaktionen einzuführen und nach dem Menabreaschen Prinzip zu bestimmen[49].

[49] Vgl. A. Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques, Turin 1879, S. 225.

Kleine Mitteilungen.

Amtliche Nachrichten.

Der Staatskommissar für das Wohnungswesen

hat für Bauten, die mit Hilfe von Ueberteuerungszuschüssen errichtet werden sollen, folgende Gesichtspunkte aufgestellt:

Ob die in den verschiedenen Orten zurzeit in mehr oder weniger großem Umfange bestehende Wohnungsnot dauernd sein wird, ist heute mit Sicherheit in den meisten Fällen noch nicht zu beurteilen. Es wird dies in erster Linie von der weiteren Entwickelung unseres Wirtschaftslebens, von der Entwickelung der verschiedenen Industrien im allgemeinen und in den einzelnen Orten im besonderen sowie endlich von dem Umfange der erstrebten Umsiedelung der städtischen Bevölkerung auf das Land abhängen. Auch die Möglichkeit der Auswanderung muß in Rechnung gezogen werden.

Aus allen diesen Gründen erscheint es unbedingt geboten, daß mit Hilfe der Ueberteuerungszuschüsse aus öffentlichen Mitteln nur solche Bauten mit Klein- und Mittelwohnungen errichtet werden, die nach den heutigen Anschauungen in jeder Beziehung als einwandfrei bezeichnet werden können und die, auch wenn später am Orte ein Mangel an Wohnungen nicht mehr vorliegen sollte, ihren Wert für die Erziehung unseres Volkes zu besseren Wohnsitten behalten. Das schließt die Förderung der Errichtung von vielgeschossigen Reihenhäusern im allgemeinen sowie von Seitenflügeln und Hintergebäuden durch Baukostenzuschüsse in jedem Falle aus. Es muß in erster Linie der Flachbau gefördert werden, und zwar überall dort, wo es die Verhältnisse irgendwie zulassen, in der Form des Kleinhauses für ein oder zwei Familien mit Garten. Bei geschlossener Bauweise erscheint als erstrebenswertester Typ das Haus mit Erdgeschoß und einem Obergeschoß. Auch da, wo unter einem Dach mehrere Familien untergebracht werden sollen, wird es bei mäßigen Bodenpreisen nicht nötig sein, zu einer höheren Bauweise überzugehen. Der größte Wert ist ferner darauf zu legen, daß für jede Wohnung ausreichend Gartengelände vorhanden ist im Ausmaß von möglichst nicht unter 200 qm.

In den Fällen, in denen es sich um die Bebauung von Gelände handelt, welches schon aus früheren Jahren im Besitze der Bauherren, insbesondere der gemeinnützigen Bauvereine ist, wird zwar den vorstehenden Gesichtspunkten nicht in allen Fällen Rechnung getragen werden können, da es nicht immer möglich sein wird, für den Flachbau ungeeignetes Gelände ohne Schaden wieder abzustoßen und für den Flachbau geeignetes Gelände zu erwerben. Immerhin wird aber auch in diesen Fällen mit allen Mitteln dahin gestrebt werden müssen, daß nicht etwa die nach der Bauordnung zulässige Ausnutzung für die zu wählende Bauweise maßgebend ist, sondern daß auch hier eine Herabminderung der Geschoßzahl und die Freilassung einer möglichst großen Grünfläche für Gärten und dgl. erreicht wird, soweit es sich mit den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit nur irgendwie vereinigen läßt.

Wenn es sich bei einzelnen Bauprojekten, namentlich von privaten Bauunternehmern, lediglich darum handelt, vorhandene Baulücken an schon völlig bebauten Straßen durch einen Bau zu schließen, so wird man sich im allgemeinen zwar schon aus städtebaulichen Gründen nicht

dagegen wenden können, wenn dieser Bau sich in bezug auf Höhe den bereits vorhandenen Bauten anpaßt. Um so mehr muß aber in diesen Fällen verlangt werden, daß die einzelnen Wohnungen in bezug auf Grundriß, Ausstattung, Wohnungshygiene, Luft und Licht allen Ansprüchen gerecht werden, und daß auf Hintergebäude, Seitenflügel und Kellerwohnungen unbedingt verzichtet wird.

Die vorstehenden Gesichtspunkte sind insbesondere auch beim Neuerwerb von Baugelände für den Bau von Klein- und Mittelwohnungen zu beachten, sonst laufen Antragsteller Gefahr, daß die erbetenen Baukostenzuschüsse abgelehnt werden.

Es ist ferner beabsichtigt, durch die Bezirkswohnungsaufsichtsbeamten die durch Zuschüsse aus öffentlichen Mitteln finanzierten Bauten kontrollieren und auch nach Fertigstellung der Häuser in geeignetem Umfange eine Nachprüfung der Baukostenrechnung vornehmen zu lassen.

Der Regierungspräsident

teilt mit: „Nachdem die Bewirtschaftung von gebrannten und anderen künstlichen Mauersteinen, Dachziegeln aller Art und Dränageröhren aus Ton von der Kriegsamtsstelle Hannover auf mich als Bezirkswohnungskommissar übergegangen ist, wird die geschäftliche Behandlung vorläufig wie bisher weiter erfolgen. Die Anschrift der geschäftsführenden besonderen Unterabteilung lautet: Der Regierungspräsident (Bezirkswohnungskommissar), Ziegelbewirtschaftung, in Hannover, Georgstraße 19/20, Fernspr. N 3585 u. ffg."

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Pittinger, Dr. O. Siedelungsfrage und Kriegerheimstätten. München 1919. Verlag der Bayerischen Kriegsbeschädigten-Fürsorge. Pr. 2 M.

Kleinlogel, Prof., Dr.-Ing., A. Rahmenformeln. 227 Rahmenfälle mit 415 Abb. 2. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 20 M., geb. 23 M.

Musterbeispiele zu den Bestimmungen für Ausführung von Bauten aus Eisenbeton, vom 13. Jan. 1916. Herausg. im Ministerium der öffentl. Arbeiten. Mit 38 Abb. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. geh. 1,50 M.

Vorschläge für Einheitsformen und -maße bei Kleinwohnungsbauten. Herausg. vom Rhein. Verein für Kleinwohnungswesen in Düsseldorf. Moers. 1919. Aug. Steiger.

Dolezalek, Dr.-Ing. Der Eisenbahntunnel. Ein Leitfaden des Tunnelbaues I. Mit 422 Abb. Berlin, Wien 1919. Urban & Schwarzenberg. Pr. 15 M., geb. 17 M.

Rieser, H., Technischer Index. Jahrbuch der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschüren-Literatur. 5. Jahrg. Ausgabe für 1918. Berlin, Wien. Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H. Pr. geh. 8 M.

Kleinlogel, Prof., Dr.-Ing., A. Rahmenformeln. Gebrauchsfertige Formeln für einhüftige, zweistielige, dreieckförmige und geschlossene Rahmen aus Eisen- oder Eisenbetonkonstruktion nebst Anhang mit Sonderfällen teilweise und ganz eingespannter Träger. 227 Rahmenfälle mit 415 Abb. 2. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 20 M., geb. 23 M.

Bald genug ist eine zweite Auflage des Werkes nötig geworden, dessen Beurteilung in erster Gestalt allgemein günstig lautete; obwohl äußerlich dem Umfange nach eingeschränkt, bringt die neue Auflage doch eine Erweiterung des Stoffes um 58 Rahmenfälle teils mit anderen Belastungsfällen, teils mit neuen Formen, wie sie besonders zu Dachkonstruktionen des Hochbaues verwendet werden. Infolge des Krieges ließen sich nicht alle Absichten des Verfassers erfüllen, der es aber geschickt verstanden hat, weniger wichtige Fälle auszuscheiden und die von der Praxis mehr benötigten Sonderfälle aufzunehmen. Eigenartig ist es, daß das Inhaltsverzeichnis aus Abbildungen besteht, nach denen man für den vorliegenden Fall schnell die zur Berechnung erforderliche Formel unmittelbar auffinden kann, ohne deren Entwickelung vornehmen zu müssen. Dadurch erst wird das Buch zu dem, was es sein soll, zum Nachschlagewerk; an Uebersichtlichkeit kann es infolgedessen kaum übertroffen werden. Wer Rahmenkonstruktionen zu entwerfen, zu berechnen oder zu prüfen hat, wird sich mit Nutzen des Buches bedienen; es enthält auf knappem Raum ein gewaltiges Material zu bequemstem Gebrauch. Ganz besonders zu loben sind die Abbildungen, die an Klarheit nichts zu wünschen lassen, und auch im übrigen hat die Ausstattung unter den Nöten der Zeit nicht gelitten. Da das Werk offenbar einem Bedürfnis entspricht, ist ihm eine weite Verbreitung sicher; möchte sie so schnell erfolgen, daß alle Wünsche aus der Praxis und alle Absichten des Verfassers in der nächsten Auflage bald verwirklicht werden können. *S.*

Dolezalek, Dr.-Ing., Prof. Der Eisenbahntunnel. Ein Leitfaden des Tunnelbaues, I. Mit 422 Abb. Berlin, Wien 1919. Urban & Schwarzenberg. Pr. 15 M., geb. 17 M.

Längst erwartet und durch den Krieg leider verzögert ist das Werk nunmehr erschienen, zunächst freilich nur der erste Teil, den der Verfasser als Leitfaden bei den Vorlesungen für seine Hörer bezeichnet. Es sind darin nur die bergmännisch betriebenen Tunnelarbeiten berücksichtigt und durch die ungemein zahlreichen und vielseitigen Abbildungen erläutert, die ausführliche Erklärungen entbehrlich machen; dadurch ist eine wohltuende Kürze des Textes erreicht worden. Die fachliche Würdigung des Werkes, für dessen Güte die große Erfahrung des Verfassers auf diesem Spezialgebiete bürgt, behalten wir uns vor bis zum Erscheinen des zweiten Teils, in welchem noch die Förderung, die Lüftung, die Vermessungs-, Erhaltungs- und Wiederherstellungsarbeiten sowie geologische und Arbeitsfortschrittspläne, endlich auch die Kosten der Tunnelbauten besprochen werden sollen. *S.*

H. Rieser. Technischer Index. Jahrbuch der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschüren-Literatur. 5. Jahrgang. Ausgabe für 1918. Berlin, Wien. Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H. Pr. geh. 8 M.

Wer sich über die Vorgänge in Technik und Wirtschaft auf dem laufenden halten und weiterbilden will, was gerade die Jetztzeit von uns in besonders hohem Maße verlangt, muß die Veröffentlichungen der gesamten Fachpresse dauernd verfolgen und wird dafür einen erheblichen Aufwand an Zeit und Mühe nötig haben. Hier entlastend zu wirken, ist der „Technische Index" bestimmt, in welchem das in Zeitschriften- und in Buchform erschienene Material übersichtlich nachgewiesen wird. Auch der 5. Jahrgang läßt wieder in bequemster Weise einen Ueberblick über die Fortschritte in Technik und Wirtschaft gewinnen und dürfte dem schriftstellerisch tätigen Techniker ein schätzbares Mittel zur Unterstützung seiner Quellenforschung sein. *Schleyer.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

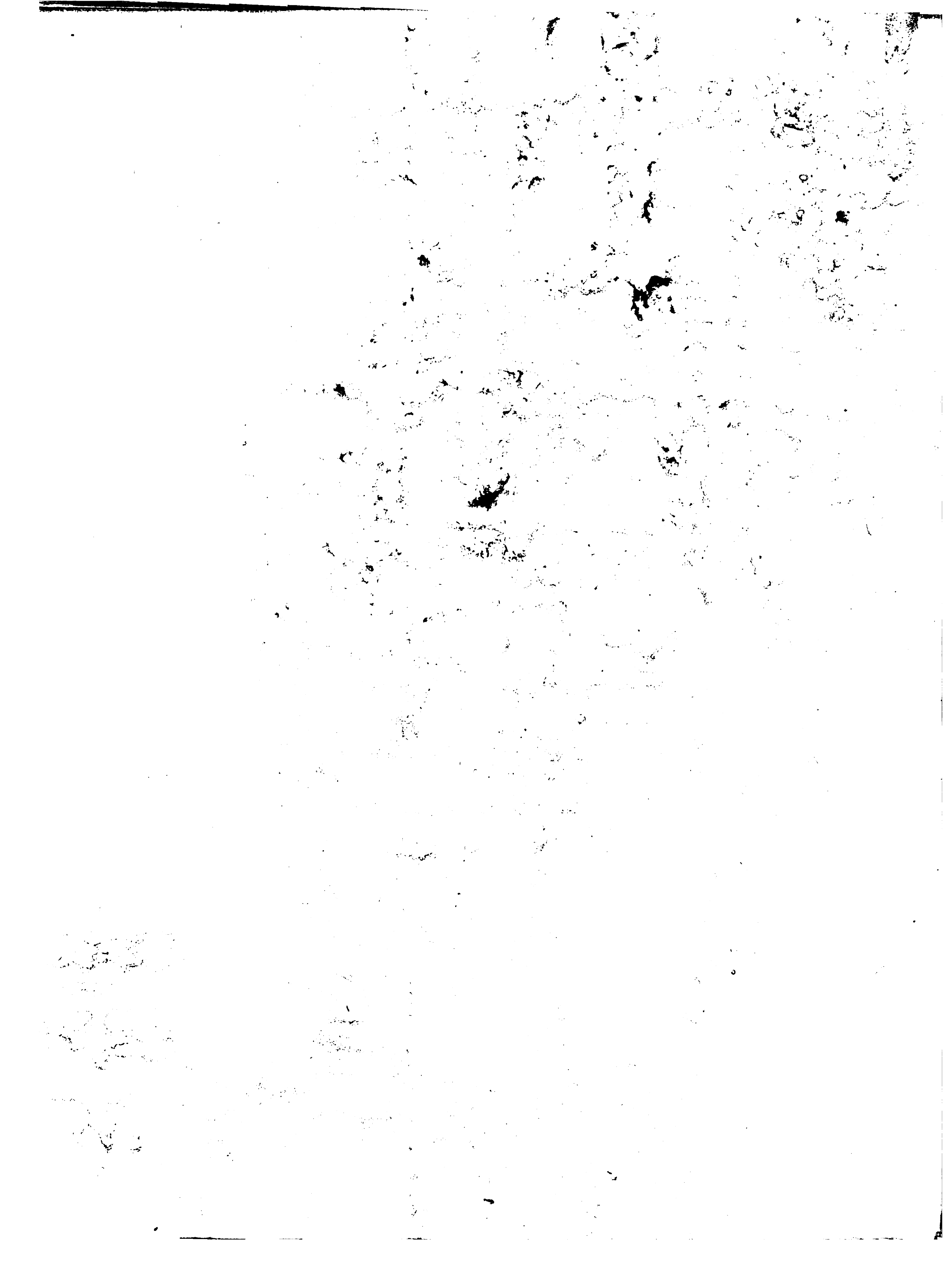
Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1919. Heft 5.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)
Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.
Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

WIESBADEN.
C. W. KREIDELS VERLAG.
1919.



ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor W. Schleyer, Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 5. (Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Die Stätten der Leibesübungen.

Von Stadtbaurat Paul Wolf (Hannover).

I.

Die harmonische, vollendet in sich geschlossene Kultur der alten Griechen war letzten Endes nur dadurch möglich, daß dieses Volk die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung der Anlagen für die Körpererziehung klar erkannt und mit wundervoller, seitdem von keinem Volke wieder erreichter Einheit durchgeführt hat. Für die alten Griechen war es selbstverständlich, Körper und Geist in gleicher Weise zu pflegen und auszubilden. Ebenso hoch wie die Bildung des Geistes, war ihnen die Erziehung des Leibes zu Kraft und Gesundheit, zu Gewandtheit und Schönheit.

Und in ihren „Gymnasien" haben sie sich die Anlagen geschaffen, die eine solche Erziehung in erster Linie zur Wirklichkeit werden lassen konnte. Jede griechische Stadt besaß im Altertum ihr Gymnasion, das einen der Mittelpunkte ihres öffentlichen Lebens bildete und an welchem die Jünglinge in allen Arten von Körperübungen ausgebildet wurden. Und diese Ausbildung auf den Gymnasien war gleichzeitig eine Vorschule für die Teilnahme an den olympischen Spielen, die bekanntlich über 1000 Jahre lang die Lebensführung der Griechen in so hervorragender Weise beeinflußten, daß fast die ganze damalige griechische Kulturwelt ihre Zeiteinteilung nach den alle vier Jahre wiederkehrenden olympischen Spielen berechnete. Diese nationalen Wettkämpfe waren Nationalfesttage im höchsten Sinne des Wortes.

Bei dem kriegstüchtigen Volk der Römer bildeten die Kampfspiele naturgemäß das wichtigste Mittel der Körpererziehung. Daneben haben sie jedoch in ihren gewaltigen Thermen, deren Anlage von dem griechischen Gymnasion ausgeht, auch freie Uebungs- und Spielplätze, verbunden mit Schwimmbädern unter freiem Himmel geschaffen. Im alten Rom steigerte sich die Zahl dieser großen Thermenanlagen allmählich auf 15, und auch die römischen Provinzstädte von einigem Ansehen besaßen wenigstens eine derartige Anstalt.

Von den Römern wissen wir auch, welch hohe Bedeutung bei unseren eigenen Vorfahren, den alten Germanen, die Pflege der Leibesübungen besaß, und auch das Nibelungenlied erzählt uns, wie sich die germanischen Jünglinge auf grünem Rasen im Weitsprung, Steinwurf und Lanzenwurf übten.

Während im Mittelalter die Ritter in den Turnieren ihre Kraft und Tapferkeit erprobten, gab es in Stadt und Dorf für die Bauern und Bürger auch Kampf-, Wett- und besonders Ballspiele, die dann bis auf kümmerliche Reste in dem alles verwüstenden Dreißigjährigen Kriege und unter der späteren Fremdherrschaft untergegangen sind.

Und als schließlich vor 100 Jahren unser Volk die Fesseln zerbrach, in die es der korsische Eroberer gelegt hatte, da erkannten die Besten unseres Volkes den hohen Wert der Körpererziehung für die sittliche Wiedergeburt der Nation. Die deutsche Turnerschaft wurde geboren und damit die Grundlage geschaffen für unsere heutige Bewegung zur Förderung der Leibesübungen.

Jedoch, diese 100jährige Arbeit hat es nicht vermocht, unserem Volke, namentlich den Städten, den richtigen Rahmen für diese bedeutsame Bewegung zu verleihen, die nötigen Plätze und Einrichtungen in großem Umfange zu schaffen, ohne die eine harmonische, das gesamte Volk erfassende Verwirklichung des Problems der Körpererziehung nun einmal nicht möglich ist.

Die Massenansammlung der Menschen, die in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts als Folge der Industrialisierung Deutschlands wie eine Sturmflut über die deutschen Städte hereinbrach, führte zu einem Chaos, insbesondere der Großstadtgebilde, dem man lange Zeit fast völlig macht- und verständnislos gegenüber gestanden hat. In elenden Wohnquartieren, mit engen, dumpfen Höfen, in die kaum ein Sonnenstrahl dringt, mit kümmerlichen, nur wenig belichteten Wohnräumen, fern von blühenden Wiesen und erfrischenden Wäldern, mußte zu Millionen ein neues städtisches Geschlecht heranwachsen. Bis es dann schließlich zu dämmern begann, bis es mehr und mehr klar wurde, daß es so nicht weitergehen konnte, und daß auch das stärkste Volk verkümmern muß, wenn es ihm an Licht und Luft gebricht und wenn ihm der Raum fehlt zur Betätigung von Leibesübungen.

Es mußten erst die schweren volkswirtschaftlichen Schäden dieses Mangels an Einrichtungen für die Leibesübungen in Erscheinung treten, ehe der Wert dieser Anlagen klar zum Bewußtsein kam.

Heute, am Ende eines Krieges, wie ihn die Weltgeschichte nie gesehen, und angesichts von Friedens-

bedingungen, wie sie niemals einem Volke aufgezwungen worden sind, geht wiederum ein starkes Sehnen nach Leibesübungen durch unser Volk. Und war schon vor dem Kriege die Schaffung von Stätten der Leibesübungen ein ernstes und dringendes Problem geworden, so wird diese Forderung heute zu einer Lebensfrage der Nation. Wir müssen den starken Glauben bewahren, daß unser Volk nicht zugrunde gehen kann und wird, wir müssen arbeiten an einer Wiedergeburt Deutschlands, nicht eines militaristischen Deutschlands, aber eines deutschen Volkes, das zur Einfachheit zurückkehrt, zur gesunden Pflicht des Körpers und Geistes. Unsere Zukunft, die Jugend, die unter den Folgen einer fünfjährigen Aushungerungspolitik unserer Feinde unsagbar gelitten hat, muß in einem neuen Geiste erzogen werden, ein neues, starkes und freies Geschlecht muß dem deutschen Volke erstehen. Hier in der geistig-sittlichen und in der körperlichen Ertüchtigung unserer Jugend liegt der einzig mögliche Weg zur Erneuerung unserer Volkskraft.

II.

Zu den öffentlichen Anlagen für die Leibesübungen gehören die Turnhallen, die Fluß- und Hallenschwimmbäder, die Anlagen für den Ruder- und Segelsport, die Sport-Luftbäder, die Sport- und Spielplätze, die Eislaufplätze, die Volksparks in weiterem Sinne und endlich die Wälder zur täglichen Erholung und zum Wandersport.

Für die Turnhallen haben sich im Laufe der Jahre bestimmte Formen und Ausmaße herausgebildet. Der einzige Mangel dieser Gebäude ist jedoch der, daß ihre Größe nicht ausreicht, um bei schlechtem Wetter in beschränktem Umfange auch leichtathletische Uebungen und Turnspiele betreiben zu können. Das reiche Amerika ist daher dazu übergegangen, den Turnhallen solche Dimensionen zu geben, daß sie auch Gelegenheit zur Ausübung bestimmter Spiele bieten. Durch zweckmäßige Ausbildung von Galerien ist in diesen amerikanischen Turnhallen gleichzeitig eine Laufbahn angelegt. Auch in München hat der Männerturnverein eine Vereinsturnhalle in bedeutsamen Ausmaßen, mit Schwimmhalle usw., errichtet.

Die Idealform für eine Turnhalle ist stets die, in unmittelbarer Verbindung mit ihr Spielplätze in ausreichenden Dimensionen anzulegen.

Hervorragend geeignet für die Erziehung des Körpers ist das Schwimmen. Die beste Stätte für den Schwimmsport ist immer das Schwimmbad unter freiem Himmel. Je nach der geographischen Lage einer Stadt wird es sich dabei um natürliche Seebäder, Flußbäder oder um künstlich zu schaffende Schwimmbecken unter freiem Himmel handeln. In Verbindung mit den Schwimmbädern unter freiem Himmel müssen Sport-Luftbäder angelegt werden. Außer diesen als Sommerbäder zu benutzenden Schwimmanstalten unter freiem Himmel muß aber jede Stadt, je nach der Größe, auch über ein oder mehrere Hallenschwimmbäder verfügen.

Den breitesten Raum nehmen für unsere Forderungen die Spiel- und Sportplätze ein, die am zweckmäßigsten mit anderen Einrichtungen verbunden, zur Anlage von Volksparks führen. Praktisch läuft dieses Problem in erster Linie darauf hinaus, die für Stadt und Land erforderlichen Plätze für alle diese Einrichtungen zu schaffen sowie unbebaute Flächen zu gewinnen, die man im Städtebau als Freiflächen bezeichnet.

Die Freiflächen im Organismus einer Stadt haben einen doppelten volkswirtschaftlichen Wert: einmal dadurch, daß sie einem Stadtgebiet durch ihr Vorhandensein als Luftspeicher dienen, als Lungen für die Wohnquartiere, auch ohne daß die Bevölkerung mit diesen Grünanlagen in Berührung kommt. Zum anderen haben diese Freiflächen einen Nutzwert, liegt ihr Wert darin, daß die Bevölkerung diese Flächen in Benutzung nimmt, sei es in Form von Spiel- und Sportplätzen, von Promenadenstraßen oder Erholungsparkanlagen für die tägliche Bewegung der Menschen.

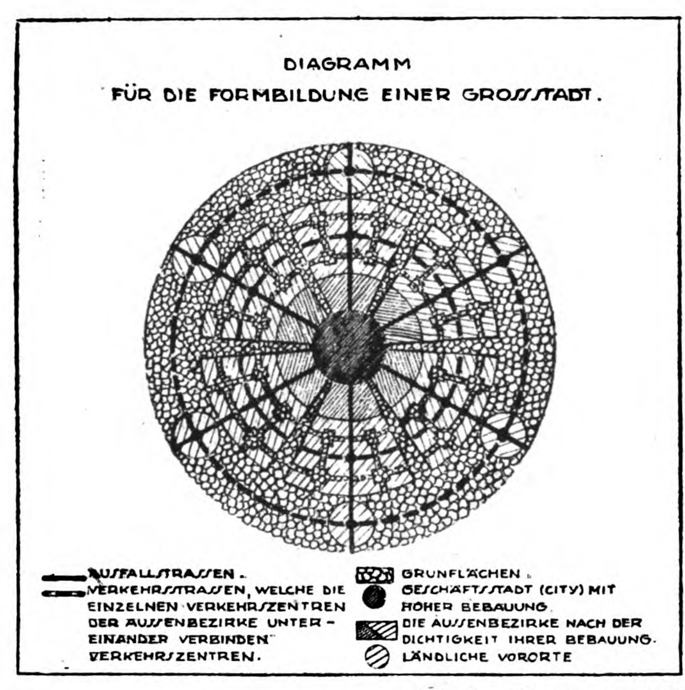
Es ist ohne weiteres klar, daß der Wert der Freiflächen als Luftspeicher fast ausschließlich nur für die Städte in Frage kommt. Auf dem Lande und in den kleinen Städten ist bekanntlich das Wachstum der Siedelungen nur gering. Die Wohnstätten der Menschen sind da außerdem meist seit Jahrhunderten so weiträumig gebaut, daß es an sich wenig der Freiflächen bedarf, um den Wohnungen frische Luft zuzuführen. Der Grund und Boden ist so billig, daß fast auf jedes Haus ein Garten entfällt, von dem aus gesunde Luft in die Wohnräume dringen kann, und auch von den Feldern und Wäldern der nächsten Umgebung dieser ländlichen Siedelungen kann ungehindert die frische Luft hereinströmen. Ganz anders in den dicht bebauten Städten. Die Behausungsziffer der Städte bzw. ihre Wohndichtigkeit, d. h. die Zahl der durchschnittlich auf ein Wohnhaus bzw. auf ein bestimmtes Maß der Grundfläche einer Stadt entfallenden Einwohner, ist in den heutigen Städten, namentlich den Großstädten mit hoher Mietskasernenbebauung, gewaltig gestiegen. In Berlin z. B. betrug die Behausungsziffer in der Friedrichstadt im Jahre 1709 16,2 Personen, im Jahre 1740 bereits 21 und im Jahre 1815 ca. 30, 1828 35, 1848 43, 1850 48, 1860 49 usw. Heute enfallen in Berlin 77,5 Einwohner durchschnittlich auf ein Haus.

Die Bebauung mit hohen Mietskasernen, die nach dem Berliner Vorbild in fast allen Städten des Reiches ihren Einzug gehalten hat, hat im Laufe der letzten Jahrzehnte zu den schlimmsten Auswüchsen geführt, vor allem durch die ungesunden Mittel-, Seiten und Querflügel, und dadurch bedingt die schlechten, engen Hofanlagen, in die kaum ein Luftzug und ein Sonnenstrahl dringen kann. Diese schlechten Bauquartiere, die unter der Herrschaft unvernünftiger Bauordnungen und zügelloser Spekulation durchgeführt werden konnten, ohne daß die entsprechenden Maßnahmen getroffen wurden, lassen sich aber nun leider auf Jahrzehnte und Jahrhunderte hinaus nicht beseitigen, vielmehr werden bei fortschreitender Bebauung der Stadt die Luftverhältnisse in diesen älteren Stadtteilen sich immer schlimmer gestalten. Mit ihrem Dasein ist zu rechnen und es ist nur möglich, sie dadurch einigermaßen lebensfähig zu erhalten, daß in möglichster Nähe dieser engen Bauquartiere Freiflächen als Luftspeicher angelegt werden und die anschließende neue Bebauung planmäßig Grünflächen an diese alten Quartiere heranführt. Aber auch in den neuen Stadterweiterungsgebieten, vor allem der Großstädte, können wir bei den heutigen Grund- und Bodenpreisen die Mietshausbebauung mit ihren hohen Behausungsziffern nicht ausschließen, so zukunftsreich die heutige Bewegung zur Förderung des Einfamilienhauses für die Städte auch sein mag. In diesen Stadterweiterungsgebieten aber müssen die Freiflächen, vor allem die Spiel- und Sportplätze so angelegt werden, daß sie jeweils im Innern der Wohnquartiere, entfernt von den Verkehrsstraßen liegend, eine Lunge für dieses Wohnviertel mit Mietshausbebauung bilden.

Der Hauptwert der Freiflächen aber liegt in ihrem Nutzwert, liegt darin, daß sie so gestaltet werden, daß sie zur Betätigung des Spiels und Sports und zur täglichen Erholung der Bewohner einer Stadt Verwendung finden können. Ohne diese Bewegungsfreiheit für die Jugend und ohne dieses natürliche Gegenmittel gegen die aufreibende Berufstätigkeit der Erwachsenen, kann ein Volk auf die Dauer nicht bestehen. Fehlen diese Anlagen zur Betätigung der Leibesübungen, so muß ein Volk sittlich und körperlich verkommen. Die amerikanische Spielplatzabteilung der Städtebauausstellung 1910 in Berlin trug das Kennwort: „Der Knabe ohne Spielplatz ist der Vater des Mannes ohne Arbeit“.

Für die kleinen, noch nicht **schulpflichtigen** Kinder ist das Spiel die einzige Möglichkeit zur Ausführung des natürlichen Betätigungstriebes. Zu dieser Betätigung aber muß ihm in erster Linie im Freien Gelegenheit geschaffen werden. Ein Spielplatz inmitten von Grünanlagen, zweckmäßig und schön gestaltet, wird die wichtigsten Eindrücke ausüben auf die Seele des Kindes. Das Gefühl der Freude und Lust löst sich hier in freier Natur im Verein mit anderen Kindern ganz anders aus, als beim Spiel im Hause in der mehr oder weniger eng begrenzten Wohnung. Und die Energie der heranwachsenden, **schulpflichtigen** Jugend findet auf dem Spielplatz auch ohne Aufsicht der Schule einen natürlichen und ungefährlichen Ausweg, der beim Fehlen dieser Plätze mehr oder weniger zu dummen Streichen führen oder mit dem gedrängten Treiben in der Berufspflicht der Erwachsenen zusammenstoßen muß. Bekannt sind die Erfahrungen der Kindergerichtshöfe in Amerika, die lehren, daß die Kriminalität der Jugend unter der Einwirkung der Volksparks sich erheblich gebessert hat. Und für die schulentlassene Jugend bilden frische, fröhliche Spiel auf grünem Rasen bringt die Altersgenossen einander nahe, lehrt sie Kameradschaftlichkeit und echte Geselligkeit, und diese Erinnerung an gemeinsam in freier Natur verbrachte Jugendzeit wird in jedem noch in späteren Jahren weiterleben.

Schule und Spielplatz sind schon heute zu fest zusammengehörigen Begriffen geworden. Wir haben in den letzten Jahrzehnten in Deutschland auf dem Gebiete des Schulbaus Hervorragendes geleistet. Und doch gibt es bis jetzt kaum **ein** ausgeführtes Beispiel, das Schule und Spielplatz als technische und künstlerische Einheit erfaßt. Mir erscheint aber gerade diese rein äußerliche Verbindung (über die innere Verbindung dürfte wohl ein Zweifel nicht bestehen) dazu berufen, dem Organismus einer Stadt, wenn auch nicht den Hauptmittelpunkt, so doch markante Nebenmittelpunkte zu schaffen, die unsere heutigen Forderungen zum äußeren, künstlerischen Ausdruck bringen. Gute Schulneubauten in direkter Verbindung mit ausgedehnten Rasenspielplätzen und im weiteren Sinn mit Volksparks, werden nicht allein für die einzelnen Wohnquartiere die beherrschen-



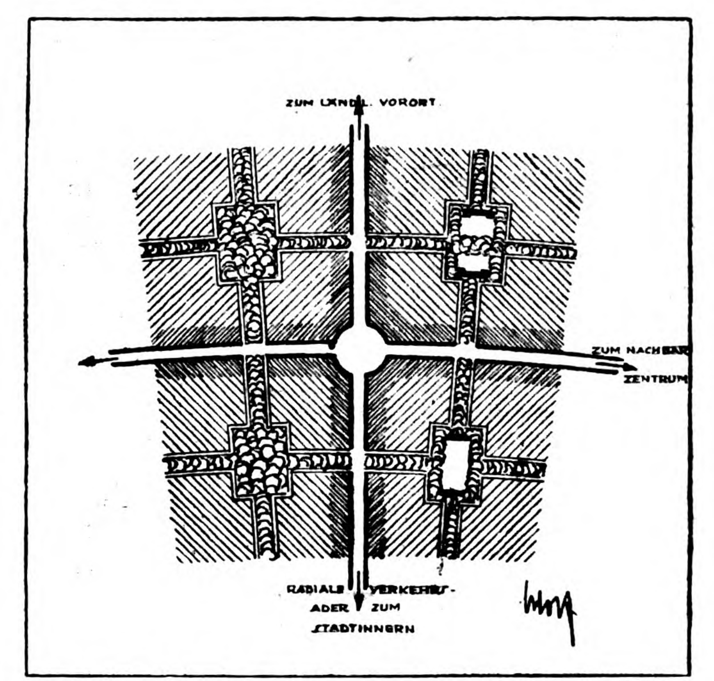


Abb. 1. *Diagramm für die Formbildung einer Großstadt.*

die Spiel- und Sportplätze, die Turnhallen und Schwimmbäder die beste Ablenkung von den sittlichen Gefahren der Großstädte. Die Sozialhygieniker bezeichnen als eine Hauptursache der unbefriedigenden Entwickelung der Gesundheit und Kraft unserer Jugend den Mangel an Erholungs- und Tummelplätzen für die Jugend, an Einrichtungen zur körperlichen Ertüchtigung, an Turn- und Spielplätzen. Noch heute besteht die betrübende Tatsache, daß $^4/_5$ der Jugend ohne geeignete Leibesübung aufwächst. Verschiedene Organisationen, voran der Zentralausschuß für Förderung der Volks- und Jugendspiele in Deutschland, wirken schon seit Jahren in unermüdlicher Tätigkeit auf eine geregelte Körperpflege für die gesamte Jugend vom 7. bis 18. Lebensjahre hin, und auf die pflichtmäßige Teilnahme der Fortbildungsschüler am Turnen, Spielen und Wandern. Das neue Fortbildungsschulgesetz sieht die obligatorische Einführung von Turnen und Jugendspiel für die fortbildungspflichtige Jugend vor.

Bilden so Spiel und Sport die beste Schule für die staatsbürgerliche Erziehung und für den Dienst fürs Vaterland, so bilden die Spiel- und Sportplätze auch den besten Boden, auf dem die Freundschaft, echte Jugendfreundschaft, zur Entwickelung gebracht werden kann. Das gemeinsame, den Punkte, die Dominanten schaffen, sie werden auch dem betreffenden Wohnviertel einen genius loci verleihen. Und dieser genius loci wird nicht allein im Herzen der auf diesen Plätzen heranwachsenden Jugend sich festwurzeln, er wird sich auch übertragen auf die Eltern und Angehörigen. So stärken letzten Endes die Anlagen für die Leibesübungen im Verein mit dem Wandersport die Liebe zur engeren Heimat und zum Vaterlande.

Und diese Förderung der Heimatliebe kann und wird noch wesentlich gesteigert werden, wenn es gelingt, die Jugendspielbewegung so auszubauen, daß sie, wie einst bei den alten Hellenen und im gewissen Sinne auch bei unseren Vorfahren, zur Volkssitte wird, und zu Volksfesten im besten Sinne des Wortes führt. Wie manches schöne alte deutsche Volksfest könnte, in Verbindung gebracht mit modernen Turn- und Sportkämpfen in neuem zeitgemäßen Geiste wiedererstehen, nicht als romantische Reminiszenz, sondern an die alte Tradition anknüpfend, aber in neuem, aus unserer Zeit geborenen Geiste. Für diese Feste den äußeren Rahmen zu schaffen, der den Ausdruck **unserer** Zeit bildet, wird eine hohe Freude für jeden Baukünstler sein.

Diese hohen volkswirtschaftlichen Werte der Anlagen für die Leibesübungen werden aber nur dann verwirklicht

werden können, wenn diese Anlagen auch den an sie zu stellenden Anforderungen gewachsen sind.

Wir haben daher nunmehr die Frage zu untersuchen: „Welche Eigenschaften haben die Anlagen für die Leibesübung zu erfüllen, wenn sie vollen volkswirtschaftlichen Wert ergeben sollen?“

III.

Voran steht die Forderung einer zweckmäßigen Lage der Einrichtungen für die Leibesübungen.

Ein städtischer Bebauungsplan hat vier verschiedene Arten von Freiflächen zu unterscheiden, die planmäßig und als dauernde organische Bestandteile demselben anzufügen sind: 1. Erholungsparkanlagen, 2. Spiel- und Sportplätze, 3. Stadtwälder, 4. Promenadenstraßen, die als Grünstreifen die Parkanlagen, Spiel- und Sportflächen und Stadtwälder unter sich und mit den einzelnen Wohn- und Arbeitsquartieren der Stadt verbinden.

Abb. 1 zeigt ein Diagramm für die Formgebung einer Großstadt: Die schraffierten Flächen bedeuten die Bebauung, und zwar entspricht die Stärke der Schraffur der Dichtigkeit der Bebauung. Die Dichtigkeit der Bebauung nimmt also nach der Peripherie zu ab. Der mittlere stark schraffierte Ring bedeutet die Altstadt, die Geschäftsstadt. Die kleinen Kreise im äußeren Ring bedeuten die ländlichen Vororte mit weiträumiger, ländlicher Besiedelung, die starken schwarzen radial angelegten Striche Radial-Verkehrsstraßen oder Ausfallstraßen; sie bilden die direkte Verbindung der Vororte und Außenbezirke mit der Innenstadt. Die strichpunktierten kreisförmigen Linien stellen die Tangential- oder Ringstraßen dar; sie verbinden die einzelnen Verkehrszentren der Außenbezirke unter sich. Die schwarzen Punkte im Schnittpunkt der Radial- und Tangentialstraßen bedeuten die einzelnen Verkehrszentren der einzelnen Stadtteile. Dieses Gerippe ist im Diagramm planmäßig durch ein System von Grünflächen durchdrungen: Die Felder und Auen an der Peripherie umgeben ringförmig die Stadt und von ihnen aus dringen radiale Grünstreifen als Promenadenstraßen ins Innere der Stadt, um den Bewohnern des Stadtkernes Gelegenheit zu geben, auf dem kürzesten Wege im Grünen nach den Wäldern und Auen an der Peripherie der Stadt zu gelangen und umgekehrt von den ländlichen Vororten an der Peripherie der Stadt nach dem Stadtinnern zu kommen. Außerdem sind die einzelnen Wohnbezirke derart von Grünflächen durchzogen, daß jeweils im Innern eines Wohnquartiers entfernt von den Verkehrsstraßen Grünflächen liegen, die in erster Linie als Spiel- und Sportplätze anzulegen wären. Von diesen einzelnen Grünflächen im Innern der Wohnbezirke verlaufen dann radial und ringförmig Promenadenstraßen, so daß eine Verbindung mit der Peripherie und dem Stadtinnern einerseits und mit den vorhin erwähnten radialen Promenadenstraßen andererseits hergestellt wird. Dadurch wird es möglich, jedem einzelnen Wohnviertel Grünflächen so einzufügen, daß überall nur ganz kurze Wege von den Wohnungen nach einem Spielplatze, einer Erholungsparkanlage oder einer Promenadenstraße zurückzulegen sind. Dieses Diagramm stellt natürlich eine Idealforderung dar, die in den heutigen Großstädten in der Hauptsache nur noch bei neuen Stadtvierteln durchgeführt werden kann. Denn schon jetzt beträgt in diesen Städten der Besiedelungsradius mehrere Kilometer, und in Städten wie Berlin und Hamburg sind die Wälder und Wiesen an der Peripherie vom Innern aus nur mit Straßenbahn und Schnellbahn zu erreichen.

Es ist nicht immer möglich und auch nicht erforderlich, daß die verschiedenen Freiflächenarten streng voneinander getrennt und jede für sich angelegt wird. Notwendig ist aber, daß die einzelnen Arten von Freiflächen jeweils den an sie zu stellenden Anforderungen entsprechen und ihre Nähe nicht die Zweckbestimmung einer anderen unmittelbar benachbarten Freifläche stört. Vor allem aber ist darauf zu achten, daß die Erholungsparkanlagen, Spiel- und Sportplätze im Innern der Wohnquartiere, abseits von den lärmenden, staub- und rauchentwickelnden Verkehrsanlagen und Industriequartieren angelegt werden.

Die Spiel- und Sportplätze können in folgende zwei Gruppen geschieden werden: 1. Spielplätze für die kleinen Kinder, insbesondere Sand- und Kiesplätze; 2. Rasenplätze als Spiel- und Sportplätze.

Für die 2—6jährigen sind in erster Linie Sandspielplätze anzulegen mit den erforderlichen Sitzplätzen für die Begleitpersonen der Kinder. Auch für die 6—10jährigen Kinder sind, und zwar für das tägliche freie Spiel, zum Teil Sandspielplätze vorzusehen. Ferner für diese Gruppe und einen anderen Teil der 2—6jährigen Planschbecken, Schaukeln, Rutschbahnen, Wippen, Turnplätze und andere Plätze für volkstümliche Spiele. Diese Plätze nehmen im Vergleich zur nächsten Gruppe, den Rasenspielplätzen, nur einen bescheidenen Umfang ein. Die Sand- und Kiesplätze sollen in der Regel nicht mehr als 1 km von den Wohnungen entfernt sein (sog. Kinderwagenentfernung). Vernünftige Kleinkinderspielplätze sollten in erster Linie im Innern der ohne Seitenflügel und Quergebäude zu errichtenden Häuserblocks angelegt werden, da hier die Kinder zur Not auch ohne Aufsicht Erwachsener gefahrlos spielen können. Daneben ist jedoch in ausreichendem Maße für die Anlage öffentlicher Kleinkinderspielplätze zu sorgen.

Für die schulpflichtigen Kinder bis zu 14 Jahren, für die über 14 Jahre alten Schüler höherer Lehranstalten und für die Erwerbstätigen von 14—17 Jahren sind Spielplätze als Rasenplätze sowohl für die pflichtmäßigen Schulspiele als auch für das tägliche freie Spiel erforderlich. Rasenplätze für die Sportvereine kommen vorwiegend für die Altersklassen von 17—30 Jahren in Betracht. Die Rasenplätze dürfen, um dauernd gut gepflegt werden zu können, nur jeden zweiten Tag für das Spiel freigegeben werden, die Flächenausdehnung dieser Plätze ist daher entsprechend zu bemessen. Eine stärkere Ausnutzung ist jedoch auf der anderen Seite dadurch möglich, daß stundenplanmäßig ein und derselbe Spielplatz von verschiedenen Altersklassen benutzt wird; z. B. können die Rasenplätze für die schulpflichtige Jugend von dieser in den Nachmittagsstunden von $2\frac{1}{2}$—$6\frac{1}{2}$ und von den Erwerbstätigen (Fortbildungsschülern) in den Abendstunden von $6\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$ Uhr in Anspruch genommen werden. Letztere Gruppe könnte dieselben Plätze außerdem am Sonntag für das freie Spiel benutzen. Die Sportplätze der über 17jährigen können, da auf ihnen nur in den Abendstunden von $6\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$ Uhr gespielt wird, täglich in Benutzung gegeben werden.

Die Rasenspielplätze sollen nicht mehr als 2 km, die Rasensportplätze nicht mehr als 3 km von den Wohnungen entfernt sein. Hieraus ergibt sich bei ausgedehnten Stadtgebieten die Notwendigkeit einer Dezentralisation der Spielplätze, etwa derart, daß für die inneren Stadtteile einer oder mehrere Spielplätze in nicht zu großer Entfernung von der inneren Stadt angelegt werden, während für die Vorortgebiete besondere Spielplätze vorzusehen sind. Den Rasen-, Spiel- und Sportplätzen ist tunlichst rechteckige Form zu geben, um tote Ecken zu vermeiden. Für die Länge und Breite der Spielplätze sind die Maße für Fußball (75/110 m) und für Schlagball (30/75 m), für Erwachsene 90—100 m Platzlänge grundlegend. Es empfiehlt sich, die Spielwiesen und Promenadenwege mit doppelten Baumreihen zu umgeben und die Spielplätze etwa $\frac{1}{2}$ m tiefer als die Wege zu legen. Dringend wird empfohlen, wie schon eingangs erwähnt, die Rasenplätze da, wo es möglich ist, in unmittelbarer Verbindung mit Schulen anzulegen, so daß die nach den Vorschriften für Schulneubauten erforderlichen Schulhofflächen einen Teil dieser Rasenplätze

bilden (Abb. 2). Damit wird einmal eine zweckmäßige Verbindung von Schule und Spielorganisation geschaffen, zum anderen ergibt sich für den Städtebauer eine mit einfachsten Mitteln zu erreichende monumentale Wirkung im Innern der Wohnquartiere, die die Bedeutung von Schule und Jugendspiel zum äußeren künstlerischen Ausdruck bringt.

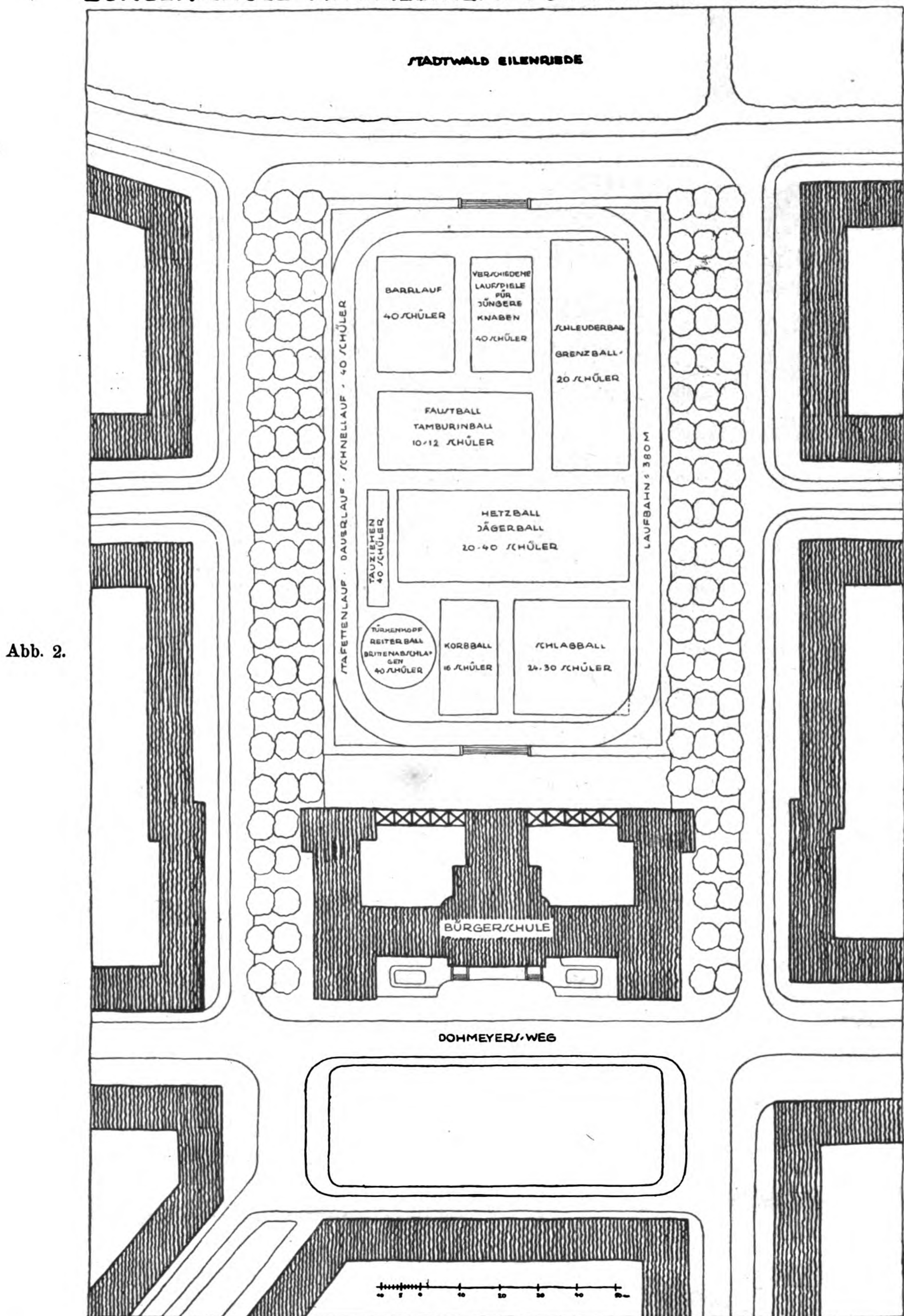


Abb. 2.

Eine großzügige Zusammenfassung all der vielgestaltigen Anlagen zur Förderung der Leibesübungen muß dringend angestrebt werden. Sie ermöglicht nicht allein eine bedeutende künstlerische Wirkung, die die volkswirtschaftliche Bedeutung der Körpererziehung unseres Volkes wiederspiegelt, diese Zusammenfassung ergibt vielmehr auch eine

bedeutende wirtschaftliche Erleichterung, vor allem dadurch, daß an technischen Nebenanlagen, z. B. Straßenbauten, Ent- und Bewässerung, Unterkunftshallen usw., ferner an Unterhaltungskosten verhältnismäßig gespart wird. Eine weitere Ersparnis liegt schließlich darin, daß im Verhältnis ein geringerer Aufwand an Personalkosten für die Aufsicht usw. erforderlich wird. Nicht allein die Schulen können hierbei in geeignete Verbindung mit den Spielwiesen gebracht werden, auch öffentliche Turnhallen, Hallenbäder, Sportluftbäder usw., Tennisplätze, Radrennbahnen, Schießplätze u. dgl. mehr, finden den geeignetsten Rahmen im Volkspark und steigern diesen zu großzügiger Wirkung.

Daneben ist für Erfrischungen durch Errichtung von Parkwirtschaften, Milchtrinkhallen, Kaffeeschänken, Mineralwasserschankstätten, Ruhehallen usf. zu sorgen. In großzügiger Weise sind in Amerika mit den Volksparks Museumsbauten, Bibliotheken, Lesehallen, Pflanzenhäuser und andere Bildungsstätten verbunden. Besondere Erwähnung verdient hier auch die in Amerika durchgeführte Art von Turnhallen, die so groß angelegt sind, daß bei schlechtem Wetter eine Laufbahn für Staffettenlauf und Schnellauf in der Halle zur Verfügung steht und daß auch einzelne Rasenspiele in der Halle betrieben werden können.

Für die eigentlichen Wettkämpfe ist es dringend erwünscht, an besonderer Stelle eines großen Spiel- und Sportplatzes bzw. eines Volksparks ein, wenn auch bescheidenes Stadion anzulegen (Abb. 5). Die Lage dieses letzteren soll so gewählt werden, daß es mit Rücksicht auf den zu erwartenden Massenverkehr leicht und schnell zu erreichen ist. Seiner Bedeutung entsprechend muß das Stadion, für welches am besten die antike, oblonge Grundform mit abschließenden Halbkreisen gewählt wird, im Bebauungsplan markant in Erscheinung treten. Schließlich ist noch des Festplatzes, der Festwiese zu gedenken.

An der Hand einiger Beispiele aus meiner eigenen Praxis möchte ich die Plangestaltung der Spiel- und Sportplätze erläutern:

Abb. 2 zeigt einen Entwurf zu einem kleinen Rasenspielplatz in Verbindung mit einem projektierten Volksschulneubau in Hannover-Kleefeld. Der Platz hat eine Fläche von rd. 1 ha und stellt ungefähr den kleinsten Umfang dar, wie er für eine Rasenspielplatzanlage gewählt werden soll. Der Platz liegt etwa 1 m tiefer als die ihn umgrenzenden baumbestandenen Promenaden und ist von ihnen durch eine niedrige Heckenbrüstung getrennt. Durch diese Anordnung bieten die Promenaden bequeme Gelegenheit zur Aufstellung der Zuschauer für die Spiele. Der Spielplatz erhält erhöhten Reiz durch die benachbarte Eilenriede, und zeigt so den Charakter einer Waldwiese. Zwischen Schulgebäude und Spielwiese liegt terrassenförmig ein schmaler Kiesplatz mit Turngeräten. Die Abbildung zeigt die Einteilung des Platzes in einzelne Spielfelder: Am Rande des Platzes entlang ist eine Laufbahn von 380 m Länge angelegt für Stafettenlauf, Dauerlauf und Schnelllauf (gleichzeitig von 40 Schülern zu benutzen); ein Feld für Schlagball (24—30 Schüler), für Korbball (18 Schüler), für Hetzball, Jägerball (20—40 Schüler), Faustball,

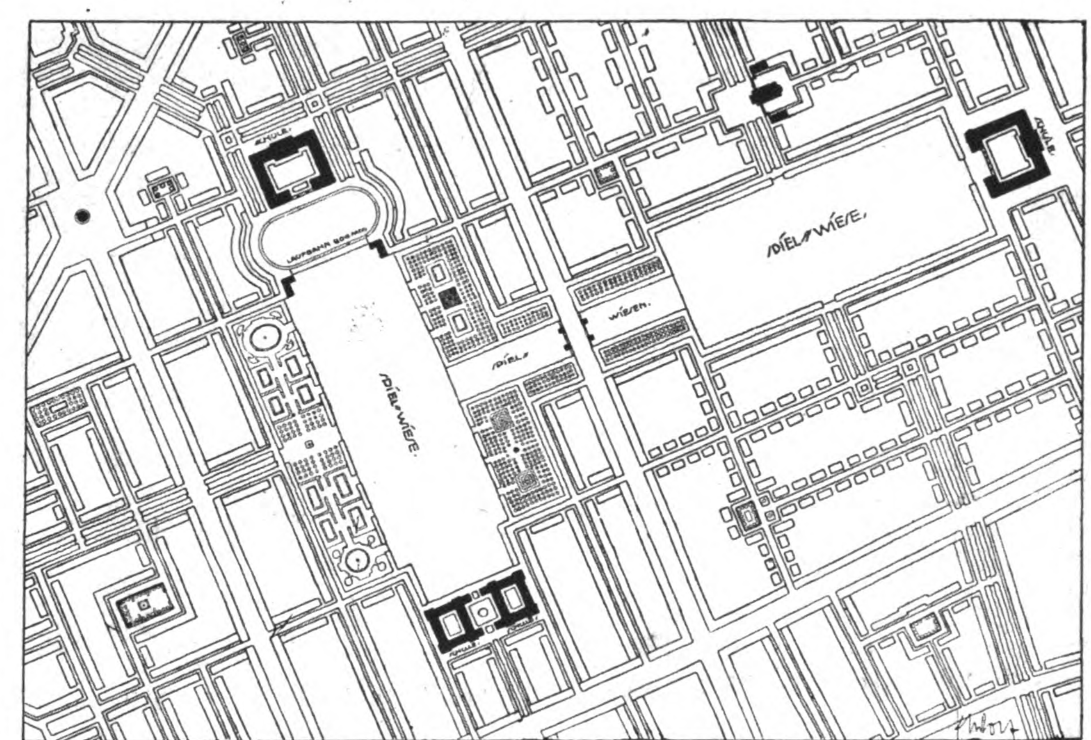


Abb. 3. *Bebauungsplan für eine Kleinwohnungssiedelung in gemischter Bauweise. Verbindung von Schulen mit Spielwiesen und Erholungsparkanlagen. Entw.: Paul Wolf.*

Tamburinball (10—12 Schüler), Schleuderball, Grenzball (20 Schüler), Barlauf (40 Schüler), Türkenkopf, Läuferball, Drittenabschlagen (40 Schüler), Tauziehen (40 Schüler) sowie ein Feld für verschiedene Laufspiele für jüngere Knaben (40 Schüler). Insgesamt können somit gleichzeitig auf diesem Platz 280—320 Volksschüler spielen, au. einen Schüler entfällt somit etwa 40 qm Spielfläche.

Abb. 3 und 4 stellen eine umfangreiche Spielplatzanlage von etwa 23 ha Flächeninhalt in Verbindung mit vier Schulgebäuden mit zusammen 102 Klassen inmitten eines Kleinwohnungsviertels dar. Die Spielwiesen sind von Erholungsparkanlagen umgeben. Mit ganz einfachen, lediglich aus den Zweckbestimmungen sich ergebenden Mitteln wurde versucht, eine monumentale große Gesamtwirkung zu erzielen.

Haben wir bisher die Forderungen festgestellt, welche an die Gestaltung der Anlagen für die Leibesübungen gestellt werden müssen, so haben wir nunmehr die Frage zu untersuchen, welchen Umfang diese Anlagen haben müssen, damit sie ihren volkswirtschaftlichen Zweck erfüllen.

Zunächst die Spielplätze. Für Kinder bis zu zwei Jahren brauchen besondere Spielplätze nicht vorgesehen

zu werden, da diese Kleinen gemeinschaftlich mit den Erwachsenen auf Promenaden, in Parkanlagen, Stadtwäldern und an Sitzplätzen in der Nähe der Spielplätze für die Kinder anderer Altersklassen Erholung finden.

Für folgende Altersklassen der Bevölkerung einer Stadt müssen Spielplätze angelegt werden*):

Nichtschulpflichtige Kinder von 2—6 Jahren,
schulpflichtige Kinder von 6—10 Jahren,
schulpflichtige Kinder von 10—14 Jahren,
Erwerbstätige männlichen Geschlechts (Fortbildungsschüler) von 14—17 Jahren,
Nichterwerbstätige männlichen Geschlechts (Oberklassen der höheren Schulen) von 14—17 Jahren,
Erwerbstätige weiblichen Geschlechts von 14—17 Jahren,
Nichterwerbstätige weiblichen Geschlechts von 14 bis 17 Jahren,
Erwachsene von 17 und mehr Jahren.

etwa die Hälfte der 0—2jährigen Kinder und die Hälfte der 6—10jährigen Kinder begleiten, welch letztere zum Teil während dieser Zeit auf unmittelbar benachbarten, für ihre Altersklassen bestimmten Plätzen spielen. Man kann annehmen, daß in diesem Falle auf fünf Kinder durchschnittlich drei Begleitpersonen entfallen. (Ungefähr die Hälfte der 6—10jährigen Kinder besucht die Spielplätze ohne Begleitung Erwachsener.)

Für die zweite Altersklasse, schulpflichtige Kinder von 6—10 Jahren, ist zu unterscheiden:

a) Spiel unter Aufsicht der Schule: Zwei Stunden wöchentlich. Hierfür genügen in der Regel die vorhandenen Schulhöfe.

Ein spielendes Kind dieser Altersklasse erfordert beim Schulspiel (Neck- und einfache Lauf- und Kampfspiele) durchschnittlich 29 qm. Da in den meisten Städten, wenigstens in Norddeutschland, durchgehender Schulunterricht

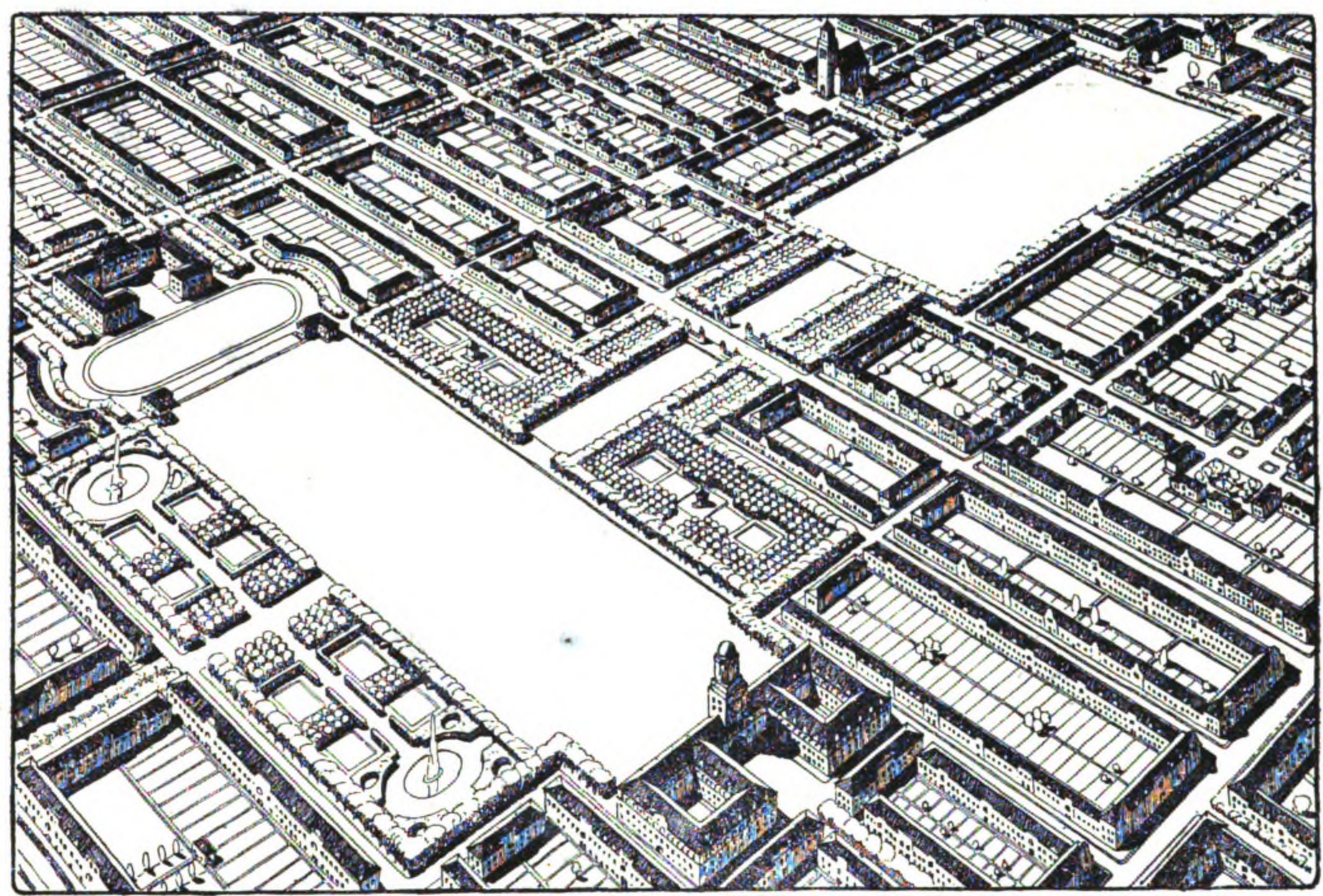


Abb. 4. *Kleinwohnungssiedelung. Verbindung von Schulen mit Erholungs- und Spielparkanlagen. Ent.: Paul Wolf.*

Für die erste Altersklasse, die nichtschulpflichtigen Kinder von 2—6 Jahren, kommen in erster Linie Sandspielplätze in Frage.

Ein spielendes Kind erfordert etwa 2 qm Sandfläche. Legt man eine sechsstündige Benutzungszeit des Sandspielplatzes — von 9—12 und 3—6 Uhr — zugrunde und nimmt man an, daß jedes Kind täglich zwei Stunden den Sandspielplatz benutzt, so ergibt sich eine erforderliche Spielplatzfläche von 0,66 qm auf den Kopf dieser Altersklasse.

In Verbindung mit diesen Sandspielplätzen müssen die erforderlichen Sitzplätze für die diese Kinder beaufsichtigenden Personen angelegt werden, und zwar 4 qm für die Begleitperson einschließlich Wegeflächen. Hierbei wird angenommen, daß diese Erwachsenen gleichzeitig

eingeführt bzw. angestrebt wird, eine Störung des Schulbetriebes in diesem Falle durch die Nachmittagsspiele somit nicht stattfindet, so können für diese Spiele in der Regel die Schulhöfe, sofern sie als Spielplätze geeignet sind, was leider nicht immer der Fall ist, in der Zeit von 3—6 Uhr benutzt werden, also in sechs Tagen der Woche während $3 \cdot 6 = 18$ Stunden. Es ist dringend anzustreben, daß die Schulhöfe technisch so gestaltet werden, daß sie für Spiele geeignet sind. Werden diese Schulhöfe zum Spielen benutzt, so muß der Spielplan Rücksicht auf den Unterricht nehmen. Sind die Schulhöfe nicht geeignet oder nicht in genügender Zahl vorhanden, so sind neue Plätze anzulegen, und zwar möglichst als Rasenplätze, wenn dies nicht möglich ist, als Kiesplätze. Die erforderliche Fläche berechnet sich danach zu etwa 3,5 qm pro Kopf dieser Altersklasse. Da nun diese Altersklasse annähernd die Hälfte der gesamten Schülerzahl einer Stadt darstellt und durchschnittlich für jeden Schüler $1^1/_2$—$2^1/_2$ qm

*) Vgl. meine Abhandlung über „Grundsätze für die Berechnung der erforderlichen Freiflächen für städtische Bebauungspläne" im Kriegsjahrbuch 1917 für Volks- und Jugendspiele.

Schulhoffläche vorhanden sind, so stehen dieser Altersklasse in der Regel für die pflichtmäßigen Schulspiele $2 \cdot 2 = 4$ qm Schulhöfe auf den Kopf zur Verfügung, d. h. es brauchen hierfür besondere Spielplätze nur geschaffen werden, wenn die Schulhöfe zum Spielen nicht ausgenutzt werden können.

b) Für das freie Spiel an den übrigen fünf Tagen müssen besondere Plätze angelegt werden. Hierfür kommen in erster Linie Rasenplätze in Betracht. Es ist anzustreben, daß das freie Rasenspiel sich an das schulmäßige Spiel anschließt, und daß für die Leitung und Aufsicht desselben in den Großstädten geeignete Personen angestellt werden. In zweiter Linie kommen andere Spielgelegenheiten in Frage: Sandspielplätze, Planschbecken, Schaukeln, Rutschbahnen, Wippen, Turnplätze usf., etwa derart, daß für jede Spielart in einem Spielpark oder Spielgarten besondere kleine Plätze mit entsprechender Sitzgelegenheit für die Begleitpersonen geschaffen werden. Für Städte mit Fluß- oder Seestrand kommen für das pflichtmäßige und das freie Spiel der 6—14jährigen auch Strandspielplätze in Betracht.

Man kann annehmen, daß die Kinder dieser Altersklasse diese einzelnen Spielgelegenheiten abwechselnd wahrnehmen, so daß an den fünf Tagen des freien Spiels etwa je $^1/_3$ der Kinder Rasenplätze, $^1/_3$ Sandplätze und $^1/_3$ die übrigen Spielplätze bzw. die Promenadenwege bevorzugen.

Für die Rasenspielplätze ist für ein spielendes Kind eine Fläche von 10 qm zu rechnen, da anzunehmen ist, daß nicht alle Kinder dieser Altersklasse täglich von dieser freien Spielgelegenheit Gebrauch machen werden. Die Pflege des Rasens macht es jedoch notwendig, daß diese Flächen nur jeden zweiten Tag zur Benutzung freigegeben werden dürfen. Unter Zugrundelegung einer täglichen Spielzeit von zwei Stunden und einer täglichen Benutzungsdauer von $2^1/_2$—$6^1/_2$ Uhr = vier Stunden, berechnet sich dann die für das freie Rasenspiel erforderliche Fläche der 6—10jährigen zu rd. 2,5 qm pro Kopf dieser Altersklasse. Von $6^1/_2$ Uhr abends ab stehen diese Rasenplätze für die 14—17jährigen Erwerbstätigen männlichen Geschlechts zur Verfügung.

Für die Sandspielplätze der 6—10jährigen Kinder ist für ein spielendes Kind eine Fläche von $2^1/_2$ qm zu rechnen, also insgesamt 0,25 qm pro Kopf dieser Altersklasse.

Für die dritte Altersklasse, die schulpflichtigen Kinder von 10—14 Jahren, ergibt sich folgende Berechnung:

a) Spiel unter Aufsicht der Schule. Hierfür sind besondere Spielplätze (in den Außenbezirken der Städte tunlichst als Rasenplätze) zu schaffen.

Ein Spieler dieser Alterstufe erfordert 50 qm Spielfläche für Schlagball, Barlauf usw. Für die Berechnung dieses Bedarfs ist ein gleichzeitiger Betrieb verschiedener Spiele angenommen. Dieser ist jedoch nur unter besonders günstigen Aufsichtsbedingungen möglich und mancherorts nicht durchführbar. 50 qm für jedes Kind ist also ein Mindestbedarfsmaß, das oft nicht ausreichen dürfte.

Bei zweistündiger Spielzeit in der Woche, einer wöchentlichen Benutzungsdauer des Platzes von $6 \cdot 4 = 24$ Stunden und Freigabe des Rasens nur jeden zweiten Tag, ergibt sich der Bedarf zu 8,34 qm pro Kopf dieser Altersklasse. Von $6^1/_2$ Uhr abends an stehen diese Spielplätze für die 14—17jährigen Erwerbstätigen männlichen Geschlechts, am Sonntag für das freie Spiel der letzteren zur Verfügung.

b) Für das freie Spiel an den übrigen fünf Tagen sind wieder in erster Linie Rasenplätze vorzusehen.

Wie bei der vorhergehenden Gruppe sind für jedes spielende Kind 10 qm vorzusehen. Man kann annehmen, daß diese Rasenplätze für das tägliche Spiel von dieser Altersstufe wöchentlich fünf Stunden benutzt werden während in der übrigen freien Spielzeit andere Spielarten bzw. die Parkanlagen und Stadtwälder bzw. Tennisspiel, am Sonntag größere Wanderungen gemeinsam mit den Eltern oder mit Jugendvereinen bevorzugt werden. Es ergibt sich somit für das tägliche Spiel dieser Altersstufe ein Rasenspielplatzbedarf von rd. 4 qm pro Kopf dieser Altersklasse. Von $6^1/_2$ Uhr abends ab, sowie an Sonntagen (10 Stunden) stehen diese Plätze für das Spiel der 14—17jährigen zur Verfügung.

Für die Altersstufe von 14—17 Jahren sind ebenfalls tunlichst Rasenplätze erforderlich.

Für die vierte Altersklasse: Erwerbstätige männlichen Geschlechts von 14—17 Jahren (Fortbildungsschüler) ist unter Zugrundelegung von Fußball, Faustball, Schleuderball usf. eine Rasenfläche von 240 qm für den Spieler zu rechnen. Bei zweistündiger Spielzeit wöchentlich, $2 \cdot 6 = 12$ Stunden Benutzungsdauer an den Wochentagen, in der Zeit von $6^1/_2$—$8^1/_2$ Uhr und Freigabe des Spielrasens an jedem zweiten Tage ergibt sich auf den Kopf dieser Gruppe ein Bedarf von 80 qm.

Für diesen Bedarf können die Rasenplätze der 6—14jährigen in der Zeit von $6^1/_2$—$8^1/_2$ Uhr wochentags und an zwei Stunden Sonntags benutzt werden.

An Sonntagen bleiben diese Plätze außerdem während sechs Stunden für das freie Spiel dieser Alterstufe zur Verfügung.

Für den Rest dieser Altersklasse, d. h. die Nichterwerbstätigen männlichen Geschlechts von 14—17 Jahren (Oberklassen höherer Schulen), sind Plätze in demselben Umfange (für zwei Stunden in der Woche in der Zeit von $2^1/_2$—$6^1/_2$ Uhr), also auf den Kopf 80 qm anzulegen.

Für die Erwerbstätigen weiblichen Geschlechts sind 180 qm Spielfläche für eine Spielerin erforderlich. Werden im übrigen dieselben Annahmen wie bei den Gleichaltrigen männlichen Geschlechts zugrunde gelegt, so ergibt sich ein Bedarf von 60 qm pro Kopf dieser Altersklasse. Berücksichtigt man jedoch, daß ein großer Teil dieser Gruppe als Begleitpersonen für die kleinen Kinder dient und daher bei den Bankplätzen sowie in Parkanlagen und Promenaden Erholung findet, so kann dieses Maß auf 20 qm eingeschränkt werden. Hierfür können die Spielplätze der vorgenannten Gruppe 3 in den Abendstunden von $6^1/_2$—$8^1/_2$ Uhr benutzt werden, Sonntags außerdem für das freie Spiel dieser Gruppe.

Von den Nichterwerbstätigen weiblichen Geschlechts in dieser Altersstufe wird die Hälfte sich auf privaten Sportplätzen (Tennis usw.) betätigen bzw. in Parkanlagen und Stadtwäldern Erholung finden.

Das Maß der erforderlichen öffentlichen Spielplatzflächen berechnet sich daher für diese Altersstufe bei einer Spieldauer von $2^1/_2$—$8^1/_2$ Uhr an den Wochentagen und je 2 Stunden Spielzeit wöchentlich zu 10 qm pro Kopf dieser Altersklasse.

Sonntags stehen diese Plätze für das freie Spiel dieser Gruppe zur Verfügung.

Die fünfte Altersklasse: Erwachsene von 17 und mehr Jahren.

Man kann annehmen, daß bei dieser Altersklasse nur für den zehnten Teil der Männer und Frauen Sportplätze anzulegen sind, da nur die jüngeren Jahrgänge (etwa bis zu 30 Jahren) in größerer Zahl sich am Spiel zu beteiligen pflegen. Ein Teil dieser Altersgenossen wird private Tennisplätze usw. benutzen, der größere Teil in Parkanlagen und Wäldern, Sonntags namentlich auf größeren Wanderungen in der weiteren Umgebung der Städte Erholung finden.

Bei dieser Altersklasse ist für Männer bei Fußball, Schlagball, Laufübungen und anderen leichtathletischen

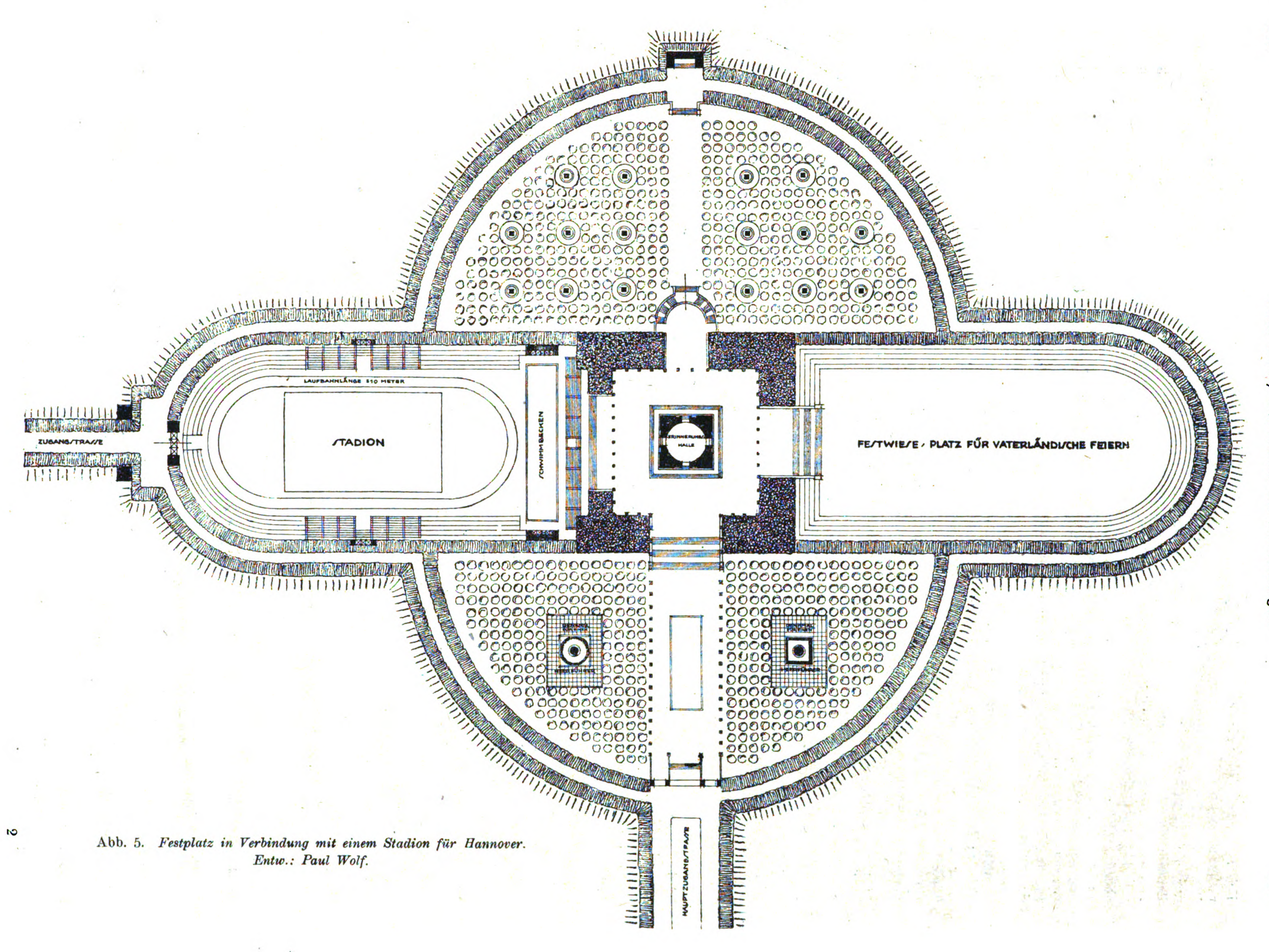


Abb. 5. *Festplatz in Verbindung mit einem Stadion für Hannover.*
Entw.: Paul Wolf.

Uebungen auf den Spieler eine Fläche von 345 qm zu rechnen. Als Spielzeit kommen für diese Altersstufe mit Rücksicht auf die berufliche Tätigkeit in der Hauptsache nur die Abendstunden von $6\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$ Uhr in Betracht; Sonnabends infolge der an diesem Tage in weitgehendem Maße eingeführten durchgehenden Arbeitszeit die Stunden von $4\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$ Uhr, Sonntags von 8 Uhr früh bis 8 Uhr abends. Dies ergibt für die Woche 24 Benutzungsstunden, daher bei zweistündiger Spielzeit auf den Kopf dieser Altersklasse 2,87 qm erforderliche Spielplatzfläche. Die meisten Sportvereine fordern jedoch eine viel höhere Flächeneinheit auf den Kopf; da aber ein großer Teil der Sportvereine auch eigene Plätze anlegen und unterhalten wird, so dürfte das genannte Maß für die von den Städten anzulegenden Sportplätze genügen. Für die Gemeinden dürfte es sich empfehlen, umfriedigte Plätze anzulegen, welche dann an die Vereine verpachtet werden können und aus deren Einnahmen die Gemeinden wenigstens einen Teil ihrer Unkosten für die Einrichtung und den Unterhalt der Plätze bestreiten können. Da ferner diese Plätze in der Hauptsache nur von 6—8 Uhr abends benutzt werden, so können bei guter Pflege diese Rasenflächen täglich freigegeben werden, ohne daß der Rasen allzusehr leidet.

Auf Grund dieser Ueberlegungen habe ich einfache mathematische Formeln entwickelt, die es ermöglichen, für jede Stadt, entsprechend dem Prozentsatz der einzelnen Altersklassen, das Maß der erforderlichen Spielplatzflächen festzusetzen. Bezeichnet

B die Anzahl der nichtschulpflichtigen Kinder von 2 bis 6 Jahren,
C die Anzahl der schulpflichtigen Kinder von 6—10 Jahren,
D die Anzahl der schulpflichtigen Kinder von 10 bis 14 Jahren,
$E1$ die Anzahl der Erwerbstätigen männlichen Geschlechts von 14—17 Jahren,
$E2$ die Anzahl der Nichterwerbstätigen männlichen Geschlechts (Oberklassen der höheren Schulen) von 14 bis 17 Jahren,
$E3$ die Anzahl der Erwerbstätigen weiblichen Geschlechts von 14—17 Jahren,
$E4$ die Anzahl der Nichterwerbstätigen weibl. Geschlechts von 14—17 Jahren,
F die Anzahl der Erwachsenen von 17 und mehr Jahren,

so beträgt für eine Stadt der erforderliche Bedarf an Sandspielplätzen: $(0{,}66 \cdot B + 2{,}25 \cdot C)$ qm.

Hierzu gehörige Spielplätze $= \frac{4}{5}\left(\frac{A}{2} + B + \frac{C}{2}\right)$ qm.

Erforderliche Rasenspielflächen (ohne Schulhöfe) $= (2{,}5\,C + 12{,}34\,D + 40\,E2 + 10\,E4 + 2{,}87\,F)$ qm.

Sollten die Schulhöfe für das Schulspiel der 6- bis 10jährigen nicht mitbenutzt, also hierfür besondere Rasenplätze angelegt werden, so ist in dieser Formel statt 2,5 C zu setzen 6 C.

Durchschnittlich ergeben diese Berechnungen pro Kopf der Bevölkerung einer Stadt 0,08 qm Sandspielplätze und 0,12 qm zugehörige Bankplätze; ferner 3,45 qm Rasenspielflächen.

Dr.-Ing. Martin Wagner kommt in seiner Schrift über: „Städtische Freiflächenpolitik" auf Grund ähnlicher Untersuchungen zu etwas höheren Zahlen. Der gemeinsame Spielplatzausschuß des Reichsausschusses für Leibesübungen und des Zentralausschusses für Volks- und Jugendspiele in Deutschland hat unter Zugrundelegung unserer beiden Untersuchungen in dem Entwurf für ein Spielplatzgesetz die für eine Stadt erforderliche Rasenspielfläche auf 3 qm pro Kopf der Bevölkerung festgesetzt. Hiermit ergibt sich folgende Tabelle für den Spielplatzbedarf der Städte:

Einwohnerzahl	Sandspielplätze ha	Bankplätze ha	Rasenplätze für 6—30jährige ha
10 000	0,08	0,12	3
20 000	0,16	0,24	6
30 000	0,24	0,36	9
40 000	0,32	0,48	12
50 000	0,4	0,6	15
100 000	0,8	1,2	30
200 000	1,6	2,4	60
300 000	2,4	3,6	90
400 000	3,2	4,8	120
500 000	4	6	150
750 000	6	9	225
1 000 000	8	12	300
2 000 000	16	24	600
Auf den Kopf der Bevölkerung	0,08 qm	0,12 qm	3 qm.

Nach den erörterten Grundsätzen werden nun zunächst die Stadtverwaltungen für ihre derzeitige Einwohnerzahl den Bedarf an Spielplätzen zu ermitteln und in ihrem Bebauungsplan entsprechende Freiflächen festzusetzen haben. Am dringendsten erscheint die Schaffung von Spielflächen für die 6—17jährigen, da für die über 17 Jahre alten Spieler unter Umständen Sportvereine eintreten können. Da jedoch die Spielplätze für solche Vereine meist auf gepachtetem Grund und Boden angelegt werden, so müssen sie bei fortschreitender Stadterweiterung in der Regel weiter nach der Peripherie der Stadt verlegt werden. Dadurch entstehen naturgemäß auf die Dauer unnötige Herstellungskosten, die dann erspart werden können, wenn die Städte bebauungsplanmäßig Spielplätze festsetzen, die damit an dieser Stelle dauernd als Freiflächen organisch dem Stadtkörper eingefügt werden. Die erheblichen Kostenaufwendungen der Städte können dadurch vermindert werden, daß in diesem Falle die Sportvereine eine mäßige Gebühr entrichten. Städte, die finanziell und räumlich beschränkt sind, müßten auf Rasenspielflächen verzichten und dafür Spielplätze mit gut bearbeitetem Tennenboden anlegen, die jeden Tag benutzt werden können, während die Rasenplätze nur jeden zweiten Tag freigegeben werden dürfen. Dadurch würde der gesamte Spielplatzbedarf um etwa $\frac{1}{4}$ eingeschränkt werden. Bei sehr ausgedehnten Stadtgebieten wird, um allzugroße Wege und damit Zeitverluste zu vermeiden, eine Denzentralisation der Spielplätze unumgänglich sein, derart, daß für die inneren Stadtbezirke näher gelegene Plätze, für die eingemeindeten Vororte Spielplätze in diesen angelegt werden.

Für die künftige Bevölkerungszunahme sind alsdann Spielplätze den Stadterweiterungsplänen derart organisch einzufügen, daß sie jeweils dem Spielbedarf der Bevölkerung dieser neuen Siedelungsflächen entsprechen, d. h. einschließlich der Schulhöfe für 100 000 Menschen 30 ha und für 1000 Menschen 0,3 ha.

In den großstädtischen Außenbezirken entfallen bei Siedelungen nach neuzeitlichen Grundsätzen (Vermeidung von Seitenflügeln und Hintergebäuden, 3- bis $3\frac{1}{2}$geschossige Bauweise an den Verkehrsstraßen und $1\frac{1}{2}$ bis 3 Geschosse an den Wohnstraßen, mit $\frac{2}{10}$ bis $\frac{5}{10}$ zulässiger Bebauung der Grundstücke) durchschnittlich 200 Bewohner auf 1 ha, also auf 1000 Bewohner durchschnittlich 5 ha. Rechnet man den erforderlichen Spielplatzbedarf für 1000 Bewohner zu 0,3 ha, so beträgt derselbe rund 7 % der gesamten Siedelungsfläche. Bei sachgemäßer Unterscheidung von Wohn- und Verkehrsstraßen entfallen bei einem großstädtischen Erweiterungs-

plan etwa 21 % auf Straßen und gepflasterte Plätze. Es kann in Preußen von den Grundstücksbesitzern bei einer Baugeländeumlegung nach Inkrafttreten des neuen Wohnungsgesetzes ohne weiteres erreicht werden, daß sie 35 % des Geländes an die Gemeinde für Straßen, Plätze und Freiflächen unentgeltlich abtreten, es ist daher leicht möglich, in den Stadterweiterungsplänen durchschnittlich 65 % des Geländes für Bauland, 21 % für Straßen, 7 % für Spielwiesen, ¼ % für Kleinkinderspielplätze, 5½ % für Erholungsparkanlagen und 1¼ % für Promenadenstraßen festzusetzen, ohne daß die Gemeinden besondere Grunderwerbskosten aufwenden müssen. Diese Grunderwerbskosten kommen also in der Regel nur für die erste Anlage der Spielplätze für die derzeitige Einwohnerzahl in Betracht.

Es sei noch erwähnt, daß das neue preußische Wohnungsgesetz eine Abänderung der §§ 1 und 3 des preußischen Fluchtliniengesetzes vom 2. Juli 1875 vorsieht, wodurch ausdrücklich betont wird, daß die Fluchtlinienfestsetzung für die Straßen und Plätze sich auch auf Spielplätze bezieht, und wonach im Interesse des Wohnungsbedürfnisses darauf Bedacht zu nehmen ist, daß solche Plätze in ausgiebiger Zahl und Größe vorhanden sind. Damit ist für die Schaffung der Spielplätze in Preußen eine gesetzliche Grundlage geschaffen, die künftig von größtem Einfluß auf die Aufstellung von Bebauungsplänen werden wird.

Sachverständige und gründliche Bearbeitung eines Bebauungsplanes vorausgesetzt, wird somit künftig bei Stadterweiterungen die Beschaffung des Grund und Bodens der Spielplätze für die Bewohner des betreffenden neuen Siedelungsgebietes nennenswerten Schwierigkeiten nicht begegnen. Es bleibt daher als schwierigste Frage: Wie sollen die Mittel aufgebracht werden, um für die derzeitige Bevölkerungszahl einer Stadt die erforderlichen Spielplätze zu beschaffen? Für Städte, die, wie z. B. Hannover, in der glücklichen Lage sind, nahe dem Stadtinnern große und ausgedehnte städtische Wiesen zu besitzen, wird diese Aufgabe verhältnismäßig leicht zu lösen sein. Anders bei finanziell, räumlich und hinsichtlich des eigenen Grundbesitzes weniger gut gestellten Städten. Hier müssen andere Maßnahmen getroffen werden. Der Reichsausschuß für Leibesübungen fordert in einem Entwurf zu einem Spielplatzgesetz gesetzliche Bestimmungen darüber, daß den Städten und Kommunalverbänden aus Reichsmitteln Zuschüsse gewährt werden sollen für die Anlage von Schul-, Turn- und Sportplätzen. Selbstverständlich sollen in erster Linie die Gemeinden selbst und sodann die einzelnen Bundesstaaten die Mittel aufbringen. Durch Landesgesetze soll gleichzeitig jede Gemeinde über 5000 Einwohner verpflichtet werden, im Verhältnis zu ihrer Einwohnerzahl öffentliche Spielplätze, und zwar mindestens 3 qm pro Kopf der Gesamtbevölkerung, anzulegen und zu unterhalten. Jedenfalls wird es ohne solche gesetzliche Maßnahme kaum zu erreichen sein, daß die für unsere gesamte Nation so dringende Spielplatzfrage rasch und einheitlich gelöst wird. Darüber hinaus aber bedarf es in weitgehendstem Maße der Opferfreudigkeit der Kommunen und ihrer Bürger. Und es bleibt zu hoffen, daß opfer- und stiftungsfreudige Bürger in Zukunft auch diesem bedeutsamen volkswirtschaftlichen Problem ihr Augenmerk zuwenden. So hat in Hannover vor einigen Jahren ein reicher Bürger die Mittel für den Bau eines Stadions im Betrage von 300 000 M. gestiftet und damit ein glänzendes Beispiel gegeben (Abb. 5).

Versuche über den Erddruck gegen Stützwände.

Von Geh. Oberbaurat Prof. Dr.-Ing. Fr. Engesser (Karlsruhe).

Im Jahrgang 1908 der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen waren die Ergebnisse von Versuchen über den Druck im Innern wagerecht abgeglichener und steil geböschter Erdkörper veröffentlicht worden. Sie zeigten, daß dieser Druck von der Anschüttungsweise des Erdkörpers abhängt und i. a. etwas größer ist, als dem endgültigen Gleichgewichtszustand entspricht, der erst im Gefolge nachträglicher Bewegungen eintritt. Für diesen Grenzzustand waren die Versuchsergebnisse in guter Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Theorie des Erddruckes im unbegrenzten Erdreich.

In den Jahren 1910—13 wurden die Versuche auf den Erddruck gegen äußere Stützwände von verschiedenartiger Anordnung ausgedehnt. Die Versuchseinrichtung ist im wesentlichen die gleiche wie früher mit den durch die neuen Aufgaben bedingten Erweiterungen und einigen Vervollkommnungen, um bequemer und genauer arbeiten zu können (s. Abb. 1).

Vor einer festen Platte A (Tisch), auf welcher der zu untersuchende Erdkörper aufgebaut wird, ist eine wagerecht bewegliche Platte B (Schwinge) in statisch bestimmter Weise mittels 3,5 m langer Rundeisen E an der Decke aufgehängt. Sie setzt bei dieser Anordnung zwagerechten Kräften nur einen äußerst geringen, praktisch vu vernachlässigenden Widerstand entgegen. Mit ihr fest nerbunden ist die Stützwand W, die mit Hilfe der Streben S ach Bedarf verschiedene Neigungen (W' W'') erhalten kann. Der von dieser Wand aufgenommene Erddruck E wirkt mit seiner wagerechten Komponenten H (Erdschub) bei D auf einen dreiarmigen Wagebalken mit den gleich langen Armen FD, FC, FJ. Unter dem Einfluß des im Ueberschuß aufgebrachten Gewichtes G_1 der äußeren Wagschale wird die nach erfolgter Aufschüttung des Sandes unter die Wirkung des Erdschubs H kommende Schwinge B an den Tisch A angepreßt. Läßt man nun Wasser langsam in den bei J aufgehängten Glaszylinder G_2 einfließen, so wird der durch das Gewicht G_1 erzeugte anfängliche Ueberdruck stetig und stoßfrei allmählich so weit vermindert, bis schließlich der Erdschub die Oberhand gewinnt und die Schwinge vom Tisch wegdrückt. Da der Wagebalken mit der Wagschale und dem trockenen Glaszylinder ausgewichtet ist, so erhält man den Erdschub unmittelbar zu $H = G_1 - G_2$, wo G_2 das Gewicht des eingelassenen Wassers bezeichnet, das an der in den Glaszylinder eingeritzten Skala abgelesen werden kann. Die Regelung des Wasserzuflusses erfolgt mit Hilfe des in bequemer Lage angebrachten Hahnes K, ohne die Beobachtung der Stützwand und des Erdkörpers irgendwie zu beeinträchtigen. Zur Entleerung des Meßzylinders wird der während des Versuches hochhängende Wasserbehälter V in die tiefe Lage V' hinuntergelassen, wodurch das Wasser abgesaugt und die Meßvorrichtung wieder gebrauchsbereit wird. Diese zweckmäßige Anordnung der Meßvorrichtung wurde von dem damaligen ersten Assistenten, Dipl.-Ing. Haas, durchgebildet. Der Beginn der Wandbewegung bzw. der Bildung eines Schlitzes zwischen Schwinge B und Tisch A kann in äußerst scharfer Weise durch Beobachtung einer dünnen Schicht sehr feinen Sandes festgestellt werden, die außerhalb der den Erdkörper begrenzenden Seitenwände über die Fuge zwischen A und B gestreut wird. Sobald die geringste Bewegung eintritt, zeigt sich in der Sandschicht über dem sich bildenden Schlitz eine ausgeprägte Furche, veranlaßt durch das Durchrieseln der feinsten staubähnlichen Sandkörnchen. In diesem Augenblick ist

das Gleichgewicht zwischen Erdschub und Gegendruck der Schwinge erreicht: Die Meßvorrichtung gibt den im Anfangszustand vorhandenen Erdschub H^a an. Wird nun der weitere Wasserzufluß unterbrochen, so hört sofort die Bewegung der Schwinge auf. Es haben sich infolge dieser äußerst geringen Bewegung die Erdteilchen etwas verschoben, erhöhte Reibungskräfte wurden ausgelöst, die den Erdschub auf einen gewissen Betrag H' verringern, so daß er nicht mehr imstande ist, den Gegendruck der Schwinge zu überwinden. Durch erneuten Zufluß von Wasser wird der Gegendruck allmählich auf den Betrag H' gemindert, worauf aufs neue der Gleichgewichtszustand gestört wird und eine abermalige Bewegung der Schwinge eintritt, die auch durch sofortigen Wasserabschluß nicht mehr gehemmt werden kann, falls H' den kleinstmöglichen Erdschub, den Endwert H^e, darstellt; wobei die Reibung in den Gleitflächen voll in Anspruch genommen wird. Dieser Fall trat bei den früheren Versuchen und bei den hier unter I beschriebenen ein. Bei den Versuchen unter II, die in vergrößertem Maßstabe und unter sorgfältigster Verhütung jeder, auch der kleinsten Erschütterung durchgeführt wurden, zeigte sich jedoch, daß durch sofortigen Wasserabschluß die jeweiligen Erdbewegungen so klein gehalten werden konnten, daß sich nicht die volle Reibung in den Gleitflächen ausbildete und demgemäß H' größer als der Endwert H^e blieb. Es konnten in manchen Fällen bis zu fünf Zwischenhemmungen vorgenommen werden, bis schließlich der Endzustand des kleinsten Erdschubs H^e erreicht wurde. Es ist hierdurch die bemerkenswerte Tatsache erwiesen, daß der Anfangszustand H^a nicht bei jeder kleinsten Bewegung sofort in den Endzustand des kleinsten Erdschubs H^e übergeht, sondern daß Bewegungen von bestimmter endlicher, wenn auch sehr geringer Größe dazu gehören, um die vollen Reibungskräfte auszulösen und den Endzustand herbeizuführen. Sind die Bewegungen geringer, so kommt nur ein entsprechender Teilbetrag der Vollreibung zur Wirkung.

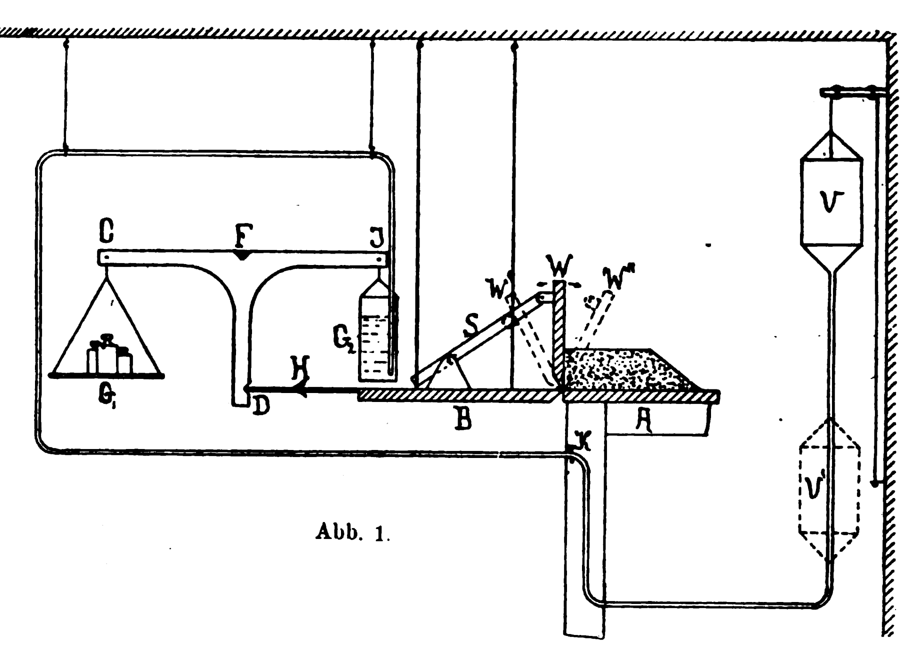


Abb. 1.

Der Erdkörper wurde nach den Erfahrungen der früheren Versuche seitlich durch lotrechte Wände begrenzt. Der Einfluß der Reibung an diesen Seitenwänden läßt sich leicht in folgender einfachen Weise ausmerzen: Die Erdschübe H werden für verschiedene Breiten b des Erdkörpers gemessen und als Ordinaten zu b aufgetragen (Abb. 2). Von einer gewissen Abszisse b_0 an bildet die H-Linie eine Gerade GG; die Tangente ihres Neigungswinkels β gibt den freien Erdschub für die Breite 1 an,

$$H_1 = \operatorname{tg} \beta = \frac{H}{b - 2w}.$$

Der Abschnitt OG auf der Ordinatenachse stellt den vollen Einfluß der Reibung an den zwei Seitenwänden ($= 2W$) dar; der Abschnitt OE auf der Abszissenachse diejenige Wandbreite $2w$, deren Erdschub den Seitenreibungen $2W$ gleichwertig ist.

Der Versuchssand war wie bei den früheren Versuchen reiner Quarzsand mit einer mittleren Korngröße von 0,4 mm und einer größten von 0,6 mm.

Das Raumgewicht kann auf Grund unmittelbarer und mittelbarer Versuche im Mittel zu $\gamma = 1{,}56$ gr, der Reibungswinkel φ zu 32° 30′ angenommen werden. Um den Sand möglichst gleichmäßig und stets in der gleichen Weise einzubringen, wurde über dem Tisch ein Vorratskasten längsbeweglich aufgehängt, aus dem der Sand nach Oeffnung des Verschlußschiebers auf ein Blech lief und von dort aus einer Höhe vom 8 cm über Maueroberkante frei herabfiel.

I. Erddruck auf geneigte Stützwände bei wagerechter Oberfläche.

Die Stützwand war bei den ersten Versuchsreihen durch aufgeleimten Versuchssand rauh gemacht worden, so daß der Winkel ε zwischen Erddruck und Wandnormalen bis zum Reibungswinkel φ des Sandes steigen konnte, max. $\varepsilon = \varphi$. Bei den letzten Versuchsreihen war die Wand möglichst glatt gehalten (polierte Nußbaumplatte), so daß der Wandreibungswinkel ε entsprechend kleiner ausfiel, max. $\varepsilon < \varphi$.

Der anfänglich vorgesehene Belag der Wand mit einer Glasplatte erwies sich weniger zweckdienlich als die Glättung durch Polieren.

Die Höhe der gestützten Erdmasse war $h = 15$ cm.

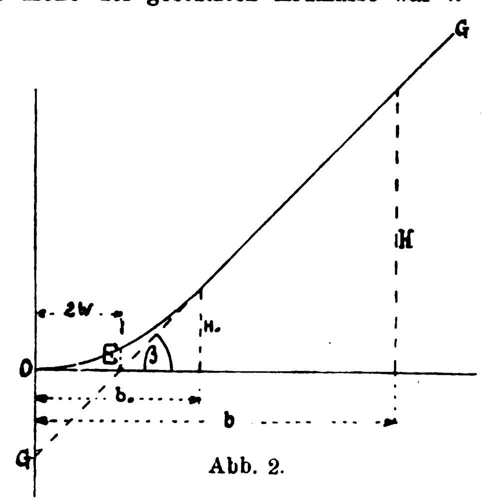


Abb. 2.

1. Rauhe Wand (Abb. 3).

Die Versuche wurden für Neigungen der Wand von $\psi = 45°$ bis $\psi = 135°$ ausgeführt. Die aus zahlreichen Einzelwerten erhaltenen Mittelwerte der Erdschübe H sind in Täflein I zusammengestellt. Es bedeutet darin

H^a den anfänglichen Erdschub für 1 cm Wandbreite und 15 cm Wandhöhe,

H^e den Endwert (Kleinstwert) des Erdschubs,

α^a den aus $H^a = \frac{\gamma h^2}{2}\,\alpha^a$ folgenden Beiwert,

$$\alpha^a = H^a : \frac{\gamma h^2}{2} = H^a : 175{,}6,$$

α^e den aus $H^e = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \alpha^e$ folgenden Beiwert,

$$\alpha^e = H^e : \frac{\gamma h^2}{2} = H^e : 175{,}6.$$

Zum Vergleich sind die mit $\gamma = 1{,}56$ und $\varphi = 32^0\,30'$ ermittelten theoretischen Werte (vgl. „Geometrische Erddrucktheorie", Zeitschrift für Bauwesen 1880, Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1908) beigefügt. Es bezeichnet H_0 den Erdschub auf 1 cm Breite, unter der

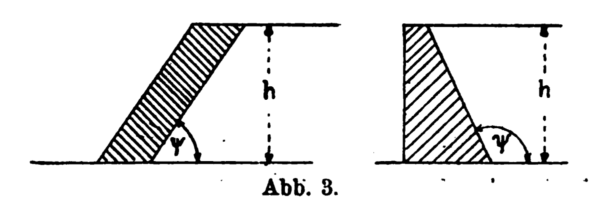


Abb. 3.

Voraussetzung, daß der Erddruck senkrecht zur Wand gerichtet ist, $\varepsilon = 0$, d. h. Wandreibung gleich Null. H_χ den **kleinstmöglichen** Erdschub auf 1 cm Breite. Hierbei wirkt der Erddruck i. a. unter dem Reibungswinkel gegen die Wandnormale, $\varepsilon = \varphi$, und zwar bis zur Wandneigung $\psi = \frac{3\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} = 118^0\,45'$ (rund 120^0). Für größere Wandneigungen bleibt H_χ konstant, gleich dem im **unbegrenzten** Erdreich herrschenden Erdschub, $H_\chi = H_u = \frac{\gamma h^2}{2}\,\mathrm{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot 0{,}301 = 52{,}9$ gr. Der Winkel ε ist hier jeweils der gleiche wie bei der entsprechenden Fuge im unbegrenzten Erdreich.

$$\alpha^0 = H_0 : \frac{\gamma h^2}{2} = H_0 : 175{,}6,$$

$$\alpha_\chi = H_\chi : \frac{\gamma h^2}{2} = H_\chi : 175{,}6.$$

Täflein I.

Wandneigung ψ	Werte von H in gr.				Werte von $\alpha = H : 0{,}5\,\gamma h^2$			
	Versuche		Theorie		Versuche		Theorie	
	H^a	H^e	H_0	H_χ	α^a	α^e	α_0	α_χ
$32^0\,30'$	—	—	—	—	—	—	—	—
45^0	3,56	2,52	5,12	4,70	0,020	0,014	0,029	0,027
60^0	14,95	13,55	18,50	16,34	0,085	0,077	0,105	0,093
75^0	28,00	26,38	34,90	29,01	0,159	0,150	0,200	0,165
90^0	43,31	41,49	52,40	40,41	0,247	0,234	0,300	0,230
105^0	50,13	49,56	69,95	49,34	0,286	0,282	0,398	0,281
120^0	53,49	52,90	88,40	52,90	0,305	0,301	0,504	0,301
135^0	53,29	52,33	107,80	52,90	0,304	0,299	0,614	0,301

In Abb. 4 sind die in Täflein I zusammengestellten Werte der verschiedenen α aufgetragen. Es ist ersichtlich, daß die theoretischen Werte α_χ des kleinstmöglichen Erdschubs befriedigend mit den beobachteten Endwerten α^e übereinstimmen. Für vorgeneigte Wände, $\psi > 90^0$, sind die theoretischen Werte bis zu 2,5 % kleiner, was davon herrührt, daß näherungsweise „ebene" Gleitfugen der Rechnung zugrunde gelegt worden sind an Stelle der tatsächlich auftretenden „gekrümmten" Gleitfugen. Für überhängende Wände, $\psi < 90^0$, bleiben die beobachteten Werte α^e hinter den theoretischen α_k zurück. Der Grund hierfür dürfte in den Zusammendrückungen, dem „Setzen", der Sandmasse liegen, welcher Umstand in den Erddrucktheorien nicht in Betracht gezogen wird. Infolge des Setzens hat die Sandmasse das Bestreben, von der überhängenden Wand sich zurückzuziehen, was mit einer Minderung des Drucks auf die Wand verknüpft ist. In Grenzfall $\psi = \varphi$ kommt dieses Zurückziehen voll zur Erscheinung: es bildet sich eine Spalte zwischen Wand und Sandböschung. Wie zu erwarten war, erscheint im Endzustand die Wandreibung voll ausgenutzt. Aber auch im Anfangszustand kann der Winkel ε zwischen Erddruck und Wandnormalen nicht wesentlich kleiner als der Reibungswinkel φ gewesen sein, da sich die Beobachtungswerte α^a weit mehr den Werten α_k als den Werten α_0 für $\varepsilon = 0$ nähern. Sie sind für $\psi > 90^0$ um 4,5—2 % größer als α^e; bei kleinen Wandneigungen steigen sie verhältnismäßig stärker an, bis zu 1,1 α^e bei $\psi = 60^0$, bis zu 1,4 α^e bei $\psi = 45^0$. Doch bleiben sie hier noch unterhalb der theoretischen Werte α_k bei voller Wandreibung.

Der Erdkörper ist ein vielfach statisch unbestimmtes System, in welchem unendlich viele Gleichgewichtszustände möglich sind. Der wirklich eintretende hängt von der Herstellungsweise der Anschüttung ab. Der Anfangszustand entspricht i. a. einem labilen Gleichgewicht, der nach erfolgter Störung durch eine kleine Bewegung in das stabile Gleichgewicht des kleinstmöglichen Erdschubs übergeht. Dies gilt nicht nur für den durch eine Wand gestützten Erdkörper, sondern auch, wie die Versuche zeigen, für das unbegrenzte Erdreich; auch im letzteren Fall bedarf es erst noch einer kleinen Bewegung, bis der stabile Endzustand $H_u = \frac{\gamma h^2}{2}\,\mathrm{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ erreicht wird. (Vgl. auch die Ausführungen in der Zeitschrift für Bauwesen 1880, Seite 208.)

Die beobachteten Werte von H^a sind immer nur für den jeweils vorliegenden Fall gültig und haben nicht die allgemeinere Bedeutung wie die Beobachtungswerte H^e. Bei den vorstehenden Versuchen zeigten sie sich, wohl infolge der sorgfältigen, ruhigen Schüttungsweise des Sandes, verhältnismäßig gering. In anderen Fällen, namentlich wenn von Hand mit der Schaufel angeschüttet worden war,

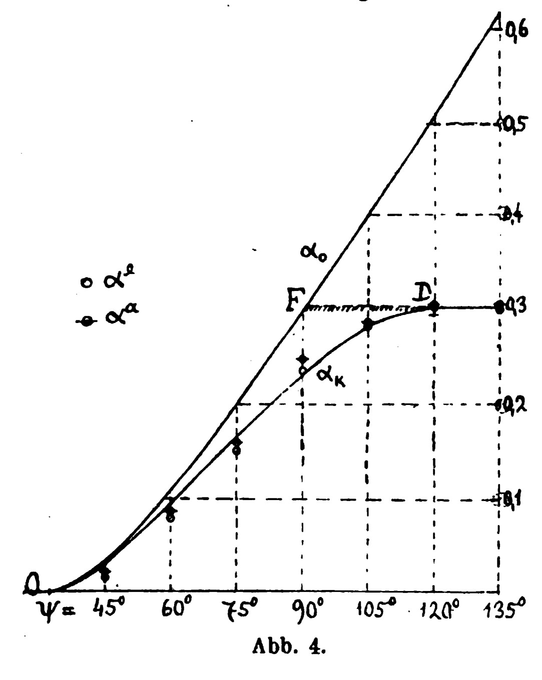


Abb. 4.

wurden höhere Werte beobachtet. Bei den früheren Versuchen im Jahre 1907 betrugen die Werte von H^a im Innern des Erdkörpers i. a. das 1,3fache von H^e.

Nach einer weit verbreiteten Ansicht wäre für die Wandneigungen $\psi > 90^0$ H konstant $= H_u = \frac{\gamma h^2}{2}\,\mathrm{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$, und für $\psi < 90^0$, $H = H_0$ anzunehmen. Dieser Linienzug DFO stimmt jedoch weder mit den Beobachtungswerten von H^a noch mit denen von H^e überein und zeigt bei F eine sachlich nicht begründete Unstetigkeit.

2. Glatte Wand.

Die Versuche wurden hier nur für lotrechte Stellung der Wand, $\psi = 90^0$, durchgeführt. Im Mittel ergab sich der Erdschub im Anfangszustand gleich 0,974 des Erdschubs bei rauher Wand und im Endzustand gleich 0,932 dieses Werts. Letzteres entspricht einer Minderung des Wandreibungswinkels um rund 3° 30′. Hiernach zeigten sich die Reibungsverhältnisse bei glatt polierter Wandfläche nicht sehr verschieden von denen bei rauher Fläche mit $\varepsilon = \varphi$. Auch Müller-Breslau fand bei seinen Versuchen, daß bei trockenem Sand ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Erddruck auf glatte (mit Glas bedeckte) Wände und auf rauhe Wände nicht besteht.

II. Erddruck bei beschränkter Länge des Erdkörpers.

Der auf dem Tisch A ruhende Erdkörper war außer durch die Seitenwände auch noch durch eine lotrechte Rückwand R begrenzt. Vorne stützte er sich gegen die auf der Schwinge B stehende lotrechte Vorderwand (Meßwand) W (s. Abb. 5). Die Höhe des Erdkörpers betrug

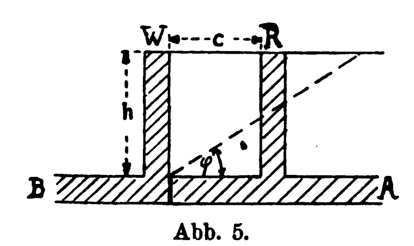


Abb. 5.

25 cm; die Entfernung der Rückwand von der Vorderwand wechselte bei den einzelnen Versuchen von $c = 1,5$ cm bis $c = h \operatorname{ctg} \varphi =$ rund 40 cm.

Während bei den Versuchen unter I immer nur zwei Gleichgewichtszustände beobachtet worden waren, der Anfangszustand H^a und der Endzustand H^e, war es hier, wie eingangs erwähnt, bei dem vergrößerten Maßstab der Versuche möglich, noch verschiedene (bis zu 5) Zwischenzustände des Gleichgewichts festzustellen, ehe der Endzustand des kleinsten Horizontalschubs eintrat. Es entsprachen ihnen Bewegungen der Schwinge von etwa 0,2 mm.

Solange die Entfernung der Wände c größer ist als das der normalen Gleitfuge zugehörige Maß s (= 16,8 cm), hat die Rückwand keinen Einfluß auf den Erdschub; derselbe ist hier ebenso groß, wie wenn keine Rückwand vorhanden wäre, $H_c = H$. Erst wenn c kleiner wird als s, findet eine Abnahme statt, $H_c < H$, bzw. $H_c = \beta H$, wo β = Abminderungsbeiwert.

Die Mittelwerte der Versuchsergebnisse sind in Täflein II zusammengestellt. Es bezeichnet:

H_c^a den anfänglichen Erdschub für 1 cm Wandbreite und 25 cm Wandhöhe, bei einer Entfernung der Rückwand $= c$,

H_c^e den Endwert (Kleinstwert) des Erdschubs für die gleichen Verhältnisse,

H^e den Endwert des Erdschubs, wenn keine Rückwand vorhanden ist; derselbe stimmt gut mit dem theoretischen Kleinstwert $H_k = 114$ gr für $\gamma = 1,56$ gr und $\varphi = 32^0\ 30'$ überein,

β^e und β^a die Verhältniszahlen $H_c^e : H^e$ und $H_c^a : H^e$.

Täflein II.

$c =$	1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	20	40 cm
$H_c^a =$	29,5	56,3	83,2	99,8	113,8	124,8	135,0	143,7	136,7	139,6 gr
$H_c^e =$	29,5	56,3	75,7	87,0	90,0	100,3	112,3	116,5	113,9	114,9 gr
$\beta^a =$	0,26	0,49	0,73	0,88	1,00	1,10	1,18	1,26	1,20	1,22
$\beta^e =$	0,26	0,49	0,66	0,76	0,79	0,88	0,99	1,02	1,00	1,01

In Abb. 6 sind die Werte β^a und β^e aufgetragen und vermittelnde Kurven eingezeichnet, die annähernd Parabeln 3ten Grads darstellen, mit dem Scheitel bei $c = s$. Man erhält überschüssig große Werte, wenn man die Kurven durch ihre beiden Endtangenten ersetzt. Hierbei wird $\beta^e = 1$ für alle $c > \frac{s}{3} > 5,6$ cm. Für $c < \frac{s}{3}$ folgt β^e der Gleichung $\beta^e = \frac{3c}{s} = \frac{c}{5,6}$.

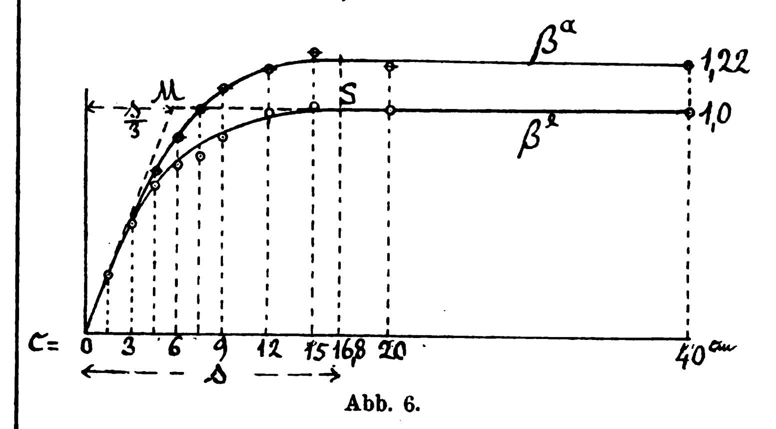
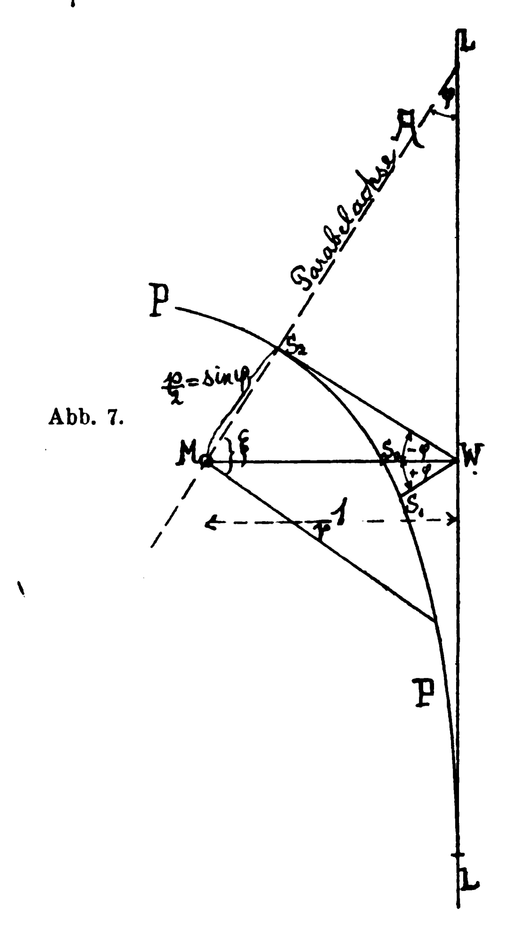


Abb. 6.

Das Verhältnis zwischen Anfangswert und Endwert des Erdschubs, $\delta = H_c^a : H_c^e = \beta^a : \beta^e$, ist im Mittel $= 1,25$. In einzelnen Ausnahmefällen stieg δ bis auf 1,5, wie dies auch schon bei einigen früheren Versuchen ohne Rückwand beobachtet worden war. Es entspricht dies einer Minderung des wirksamen Reibungswinkels in den „gefährlichen" Fugen, den späteren „Gleitfugen", auf etwa 27° bzw. 22° 30′, d. h. auf 0,83 bzw. 0,7 des vollen Reibungswinkels $\varphi = 32^0\ 30'$.

Abb. 7.



Schlußbemerkungen.

1. Bei sämtlichen vorstehenden Versuchen traten Reibungskräfte zwischen Wand und Erde auf, die längs der Wand nach unten wirkten. Infolge davon fiel der Erdschub geringer aus als bei vollkommen glatter Wand,

$H_1 < H_0$. Entgegengesetzte Verhältnisse finden statt, wenn sich die Wand gegenüber dem Erdreich nach unten bewegt, wie bei dem Füllen von Trockendocks und dem Versenken von Caissons. Hier wirkt die Reibung längs der Wand nach oben und vergrößert den Erdschub: H_2 wird größer als H_0 (vgl. Zeitschrift für Bauwesen 1880, S. 201), und zwar bis zu $H_2 = \frac{\gamma h^2}{2} \cdot \cos^2 \varphi$. Die zugehörige, lotrecht nach oben wirkende Reibungskraft ist

$$R = H_2 \operatorname{tg} \varphi = \frac{\gamma h^2}{2} \cos^2 \varphi \operatorname{tg} \varphi = \frac{\gamma h^2}{4} \sin 2\varphi.$$

Abb. 7 zeigt die einfache graphische Ermittelung der Erdschübe:

PP ist die Leitparabel, M ihr Mittelpunkt, MA ihre um den Winkel φ gegen die Lotrechte geneigte Achse, S_2 ihr Scheitel, $p = 2\,MS_2 = 2 \sin \varphi$ ihr Parameter, $r = p : (1 + \cos \xi)$ ihre Polargleichung. Die wagrechte Strecke MW stellt die Einheit dar. Die vom Punkt W aus unter den Neigungswinkeln $+\varphi$, 0, $-\varphi$ gezogenen Strahlen treffen die Parabel in den Punkten $S_1\,S_0\,S_2$. Die wagrechten Projektionen der Strecken WS_1, WS_0, WS_2, d. h. die Entfernungen der Punkte $S_1\,S_0\,S_2$ von der Lotrechten LL geben die den Erdschüben $H_1\,H_0\,H_2$ entsprechenden Beiwerte $\alpha_1\,\alpha_0\,\alpha_2$. Ist der Wandreibungswinkel $\varepsilon < \varphi$, dann sind die Strahlen WS_1 und WS_2 unter den Winkeln $+\varepsilon$ und $-\varepsilon$ zu ziehen.

2. In den Erddrucktheorien wird stets ein vollkommen gleichmäßiges Erdmaterial vorausgesetzt. Für die kleinen Verhältnisse der Versuche trifft dies genau genug zu, nicht aber für die größeren Verhältnisse der Anwendung. Abgesehen von zufälligen Ungleichmäßigkeiten nimmt hier infolge der mit der Tiefe wachsenden Drücke das Raumgewicht γ und der Reibungswinkel φ gesetzmäßig zu. Ersteres wirkt mehrend, letzteres minderad auf den Erddruck; im ganzen überwiegt der mindernde Einfluß. Legt man der Rechnung die „oberflächlichen", dem drucklosen Zustand entsprechenden Werte von γ und φ zugrunde, so erhält man zu große Werte für den Erddruck.

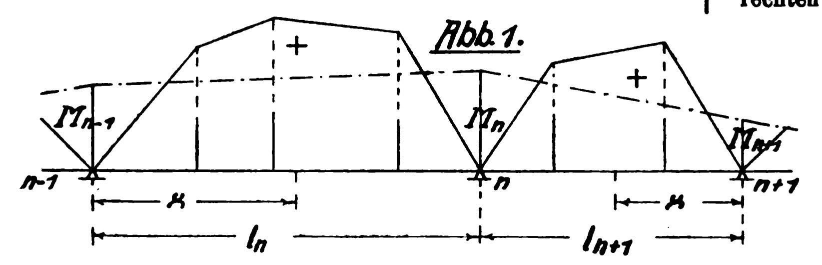
Die theoretisch unter der Voraussetzung eines konstanten Reibungswinkels ermittelten Gleitfugen weichen von den wirklichen mehr oder minder ab. Für das unbegrenzte Erdreich ergibt die Theorie ebene Gleitfugen; in Wirklichkeit sind dieselben jedoch gekrümmt, und zwar hohl nach unten. Ihre Neigungswinkel $\rho = 45^\circ + \varphi$ nehmen entsprechend dem Wachstum von φ mit der Tiefe zu. Aehnliche Verhältnisse liegen bei den durch Wände gestützten Erdkörpern vor. Auch hier stimmen die theoretischen Gleitfugen, die auf „φ konstant" beruhen und in ihrem unteren Teil von transzendenter Form sind, mit den wirklichen nicht überein. Letztere sind Sförmig gekrümmt; ihre Gestalt nähert sich im großen ganzen mehr einer Ebene, wie dies den Voraussetzungen der gewöhnlichen Näherungstheorien entspricht.

Zeichnerisches Verfahren zur Ermittelung der Stützenmomente und Stützendrucke durchgehender Träger.

Von Dr.-Ing. Johs. Thieme (Buxtehude), staatl. Oberlehrer und Privatdozent.

Die neuen „Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton" verlangen eine viel eingehendere Beschäftigung des Eisenbetoningenieurs mit dem Verlaufe der Biegungsmomente in einem durchgehenden Träger, als früher nötig war. Diese Aufgabe wird dadurch erleichtert, daß von einer Berücksichtigung veränderlicher Trägheitsmomente in den Balkenquerschnitten abgesehen werden darf, so daß für die Ermittelung der Stützenmomente die Clapeyronschen Gleichungen verwertet werden können.

Unter Vernachlässigung des Einflusses von Stützensenkungen und ungleicher Trägererwärmung, also für die Belastung allein ist dann (s. Abb. 1)



$$1)\qquad M_{n-1}\,l_n + M_n\,2\,(l_n + l_{n+1}) + M_{n+1}\,l_{n+1} = -6\left(\frac{L_{n-1}}{l_n} + \frac{R_{n+1}}{l_{n+1}}\right),$$

worin L_{n-1} das statische Moment der links vom Stützpunkt n befindlichen Momentenfläche des einfachen Balkens von der Stützweite l_n, bezogen auf die linke Stützensenkrechte durch $(n-1)$, und

R_{n+1} das statische Moment der rechten Momentenfläche über der Stützweite l_{n+1}, bezogen auf die rechte Stützensenkrechte durch $(n+1)$.

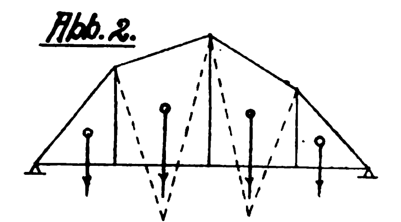
Ferner ist das sogen. verschränkte Stützenmoment

$$2)\qquad T_n = -6\left(\frac{L_{n-1}}{l_n} + \frac{R_{n+1}}{l_{n+1}}\right) : 3\,(l_n + l_{n+1}) = -\left(\frac{L_{n-1}}{l_n} + \frac{R_{n+1}}{l_{n+1}}\right) : \frac{l_n + l_{n+1}}{2}.$$

Nun ist aber

$$3)\qquad L \text{ bzw. } R = F_M \cdot x_s,$$

wenn mit F_M der Inhalt der Momentenfläche, mit x_s ihr Schwerlinienabstand von der in Betracht kommenden Stützensenkrechten bezeichnet wird. Es ist also eine einfache Beziehung für den Inhalt F_M der Momentenfläche und für ihren Schwerpunktabstand von den Stützensenkrechten sowie für ihr Produkt $F_M \cdot x_s$ zu suchen.



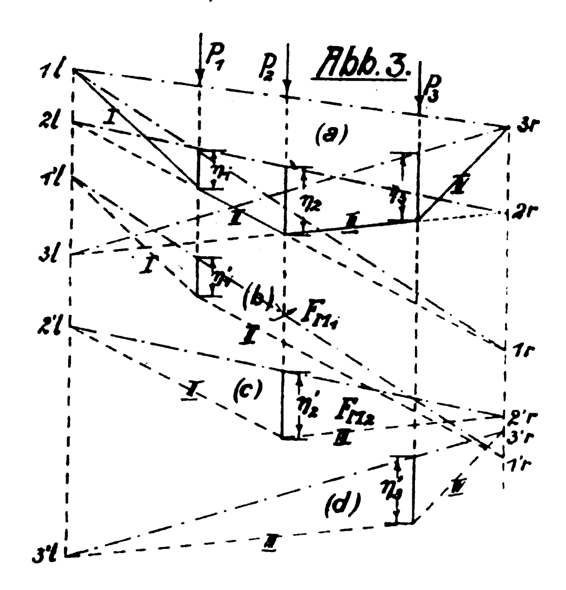
Zu diesem Zwecke wird die ein über einer geraden Grundlinie errichtetes Vieleck darstellende Momentenfläche nicht, wie es sonst üblich ist, in Trapeze bzw. Dreiecke zerlegt, deren Einzelschwerpunkte in bekannter Weise bestimmt werden könnten (s. Abb. 2), sondern in Dreiecke, deren auf die Wagerechte projizierte Grundlinien gleich der Stützweite l sind. Diese Teilungsweise entspricht übrigens dem Entstehungsvorgange einer zeichnerisch zu bestimmenden Momentenfläche.

Eine solche setzt sich nämlich, wenn beispielsweise P_1, P_2 und P_3 die in Betracht kommenden Einzelkräfte

sind (s. Abb. 3), aus den diesen Kräften zugehörigen Einzelmomentenflächen F_{M_1}, F_{M_2} und F_{M_3} zusammen. Die Inhalte der letzteren ergeben sich aber zu

$$F_{M_1} = \eta'_1 \frac{l}{2}, \quad F_{M_2} = \eta'_2 \frac{l}{2}, \quad F_{M_3} = \eta'_3 \frac{l}{2},$$

worin η'_1, η'_2 und η'_3 die zur projizierten Grundlinie senkrechten Höhen der Momentendreiecke sind (s. Abb. 3a, c, d). Die den η' gleichgroßen Abschnitte η (in der Abb. 3a) werden aber erhalten, wenn man statt der drei Einzel-

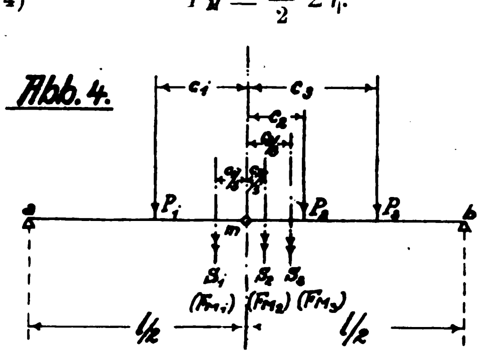


momentenflächen die Gesamtmomentenfläche zeichnet und die Zwischenseilstrahlen *II* und *III* in $2\,l$ und $1\,r$ bzw. $3\,l$ und $2\,r$ zum Schnitt mit den Stützensenkrechten bringt, von diesen Schnittpunkten des einen Seilstrahls aber Verbindende zu den Schnittpunkten der jeweils anschließenden anderen Seilstrahls mit der anderen Stützensenkrechten zieht. Auf der Kraftrichtung von P_1 wird dann durch die Gerade $1\,l \div 1\,r$ die Strecke η_1 $(= \eta'_1)$, auf derjenigen von P_2 durch die Gerade $2\,l \div 2\,r$ die Strecke η_2 $(= \eta'_2)$ und endlich auf der Kraftrichtung von P_3 durch die Verbindende $3\,l \div 3\,r$ die Strecke η_3 $(= \eta'_3)$ abgeschnitten. So wird also

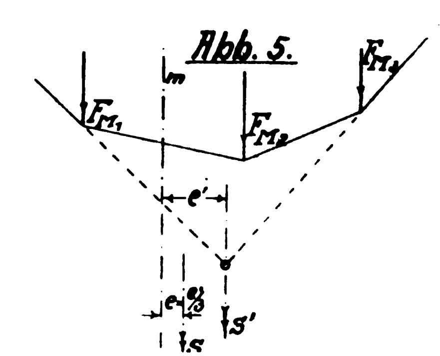
$$F_{M_1} = \eta_1 \frac{l}{2}, \quad F_{M_2} = \eta_2 \frac{l}{2} \quad \text{und} \quad F_{M_3} = \eta_3 \frac{l}{2}$$

und ferner

$$F_M = \frac{l}{2}\,\Sigma\,\eta. \tag{4}$$



Des weiteren ist der Schwerpunkt der ganzen Momentenfläche zu bestimmen. Anstatt hierbei für jedes von den Zerlegungsdreiecken die Schwerlinien S_1, S_2 und S_3, welche die Abstände c der Grundlinienmitte m von den Höhen η dritteln, zu zeichnen (s. Abb. 4) und in ihrer Richtung als Kräfte die Teilflächen F_{M_1} usw. anzunehmen, kann man die Richtungen der Kräfte P_1 usf. als die im dreifachen Maßstabe vom Mittelpunkt m aus abgetragenen Schwerlinien S_1 usw. ansehen, zu den in ihren wirksam angenommenen Kräften F_{M_1} usf. ein Seileck zeichnen, aus diesem die gemeinsame Schwerlinie S', welche vom Grundlinienmittelpunkt m den Abstand e' gleich dem dreifachen Abstand e der Schwerlinie S der Gesamtmomentenfläche hat, bestimmen und so die Lage der letzteren durch Drittelung von e' erhalten (Abb. 5).



Man erhält dann den Abstand der gemeinsamen Schwerlinie von den Stützensenkrechten zu $x_s = \frac{l}{2} \pm e$.

Für die praktische Anwendung ist nun noch folgendes zu beachten:

Setzt man in Gl. 2) die Werte der Gl. 3) für L und R, in diese aber für F_M den Wert der Gl. 4) ein, so erhält man

$$T_n = -\left[\frac{\frac{l_n}{2}\,(x_s \cdot \Sigma\eta)\,x_l}{l_n} + \frac{\frac{l_{n+1}}{2}\,(x_s \cdot \Sigma\eta)\,x_r}{l_{n+1}}\right] : \frac{l_n + l_{n+1}}{2}$$

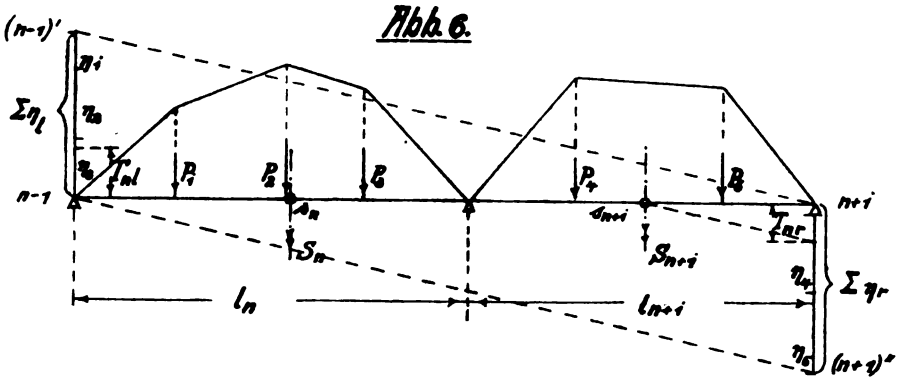
$$= -\left((x_s \cdot \Sigma\eta)_l + (x_s \cdot \Sigma\eta)_r\right) : (l_n + l_{n+1}) \text{ bzw.}$$

$$5) \quad -(T_{nl} + T_{nr})$$

$$= -\left(\frac{(x_s \cdot \Sigma\eta)_l}{l_n + l_{n+1}} + \frac{(x_s \cdot \Sigma\eta)_r}{l_n + l_{n+1}}\right).$$

Die den Klammern angefügten Zeiger $l\,n\,r$ bringen in dieser schließlich überaus einfachen Beziehung zum Ausdruck, daß die Produkte $(x_s \Sigma\eta)$ für die Stützensenkrechten links bzw. rechts vom Stützpunkte n zu bilden sind, und es sind entsprechend T_{nl} und T_{nr} die Beiträge der linken bzw. rechten Momentenflächen zu dem verschränkten Stützenmoment T_n.

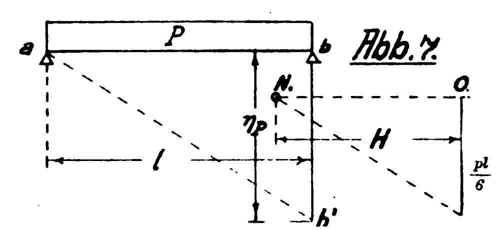
Man erhält die Ausdrücke $(x_s \Sigma\eta)$ zeichnerisch, indem man (s. Abb. 6) einerseits von dem Stützpunkt s_n der Schwerlinie S_n mit der Grundlinie aus eine Parallele zur



Verbindungslinie $\overline{(n+1) \div (n-1)'}$ und andererseits von s_{n+1} aus eine solche zur Verbindungsgeraden $\overline{(n-1) \div (n+1)''}$ zieht. Erstere schneidet auf der linken Stützensenkrechten durch $(n-1)$ die Strecke $T_{nl} = \frac{(x_s \Sigma\eta)_l}{l_n + l_{n+1}}$, letztere auf der rechts durch $(n+1)$ gehenden die Strecke $T_{nr} = \frac{(x_s \Sigma\eta)_r}{l_n + l_{n+1}}$ ab, und zwar im Maßstabe der η, also der durch die η dargestellten Biegungsmomente.

Ist eine über die ganze Stützweite l sich erstreckende gleichmäßig verteilte Belastung p zu berücksichtigen, so erhält man das ihrer Momentenfläche zugehörige η an Hand der Abb. 7 in folgender Weise:

Auf einer Lotrechten trage man von o aus die Kräfte $\frac{pl}{6}$ an, mache $ON = H =$ dem Polabstand, der bei der Behandlung der Einzellasten verwendet wurde, verbinde die Endpunkte der Kraft $\frac{pl}{6}$ mit N und ziehe zu dieser



Verbindungsgeraden eine Parallele durch den einen Stützpunkt a. Auf der anderen zu der betreffenden Oeffnung gehörigen Stützensenkrechten schneidet diese Parallele eine Strecke ab, welche das der gleichmäßig über die ganze Stützweite verteilten Belastung entsprechende η_p vorstellt.

Es ist nämlich $\overline{bb'} : l = \frac{pl}{6} : H,$

$$\text{also} \quad \overline{bb'} = \frac{pl^2}{6H} = \frac{pl^2}{8H} \cdot \frac{8}{6} = \frac{4}{3} f,$$

wenn mit f der Pfeil der zur Belastung p und Stützweite l gehörigen Momentenparabel, also $f = \frac{pl^2}{8H}$, bezeichnet wird. Es ist aber der Inhalt der Momentenparabel

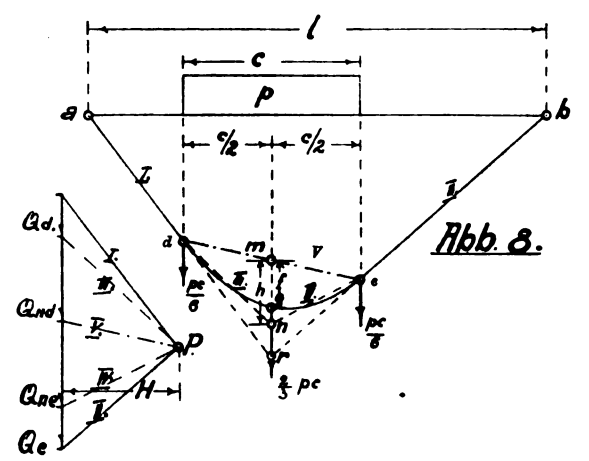
$$F_M = \frac{2}{3} fl,$$

also gleich dem Inhalt eines Dreiecks mit der Grundlinie l und der Höhe $\eta = \frac{3}{2} f$, nämlich

$$\Delta = \frac{\eta l}{2} = \frac{4}{3 \cdot 2} fl = \frac{2}{3} fl.$$

Sonach stellt η_p den Inhalt der Momentenfläche für die gleichmäßig verteilte Belastung p in demselben Maßstabe vor, wie die oben ermittelten η die Inhalte der den Einzelkräften entsprechenden Teilmomentenflächen.

Erstreckt sich dagegen die gleichmäßig verteilte Belastung p nur über den Teil c der Stützweite l, so wird ihre Momentenfläche durch die Grundlinie ab (s. Abb. 8),



zwei von den Stützensenkrechten bis zum Anfang bzw. Ende der Streckenlast verlaufende in r sich schneidende Gerade ad und be und im Bereiche der Belastung selbst durch ein den Uebergang zwischen den beiden Geraden vermittelndes Parabelstück doe begrenzt. Ihr Inhalt ist gleich demjenigen des Dreiecks abr unter Abzug der Fläche $doer$. Die letztere wird aber mit gleichem Inhalt und gleicher Schwerlinie ersetzt durch das Viereck $dner$, wenn

$$\overline{mn} = \frac{4}{3} \overline{mo} \text{ bzw. } \overline{rn} = \frac{2}{3} \overline{mo} = \frac{1}{2} \overline{mn}$$

gemacht wird.

Es ist nämlich der Inhalt des Parabelsegments

$$F_{deo} = \frac{2}{3} cf = c \left(\frac{2}{3} \overline{mo} \right),$$

derjenige des Dreiecks

$$F_{den} = \frac{1}{2} ch = c \left(\frac{1}{2} \overline{mn} \right),$$

d. i. aber, da die beiden Klammerausdrücke einander gleich sind, also $\left(\frac{2}{3} \overline{mo} \right) = \left(\frac{1}{2} \overline{mn} \right)$,

$$F_{deo} = F_{den}.$$

Ueberträgt man nun Parallele zu den Geraden dn und en als Strahlen in die Polfigur, so erhält man

$$Q_d : Q_{nd} = \overline{nr} : \overline{mn} = 1 : 2 \text{ und}$$
$$Q_e : Q_{ne} = \overline{nr} : \overline{mn} = 1 : 2.$$

Da aber $Q_{nd} = H \frac{\overline{mn}}{c/2}$ und Q_{ne} ebenfalls $= H \frac{\overline{mn}}{c/2}$,

so ist $Q_{nd} = Q_{ne}$ und $Q_d = Q_e = \frac{Q_{nd}}{2} = \frac{Q_{ne}}{2}$.

Die vier Kräfte Q_d, Q_{nd}, Q_{ne} und Q_e zusammen bilden aber die ganze Streckenlast, daher

$$\frac{Q_{nd}}{2} + Q_{nd} + Q_{ne} + \frac{Q_{ne}}{2} = 3\, Q_{nd} = 3\, Q_{ne} = pc,$$

also $Q_{nd} = Q_{ne} = \frac{pc}{3}$ und $Q_n = Q_{nd} + Q_{ne} = \frac{2pc}{3}$

sowie $\quad Q_d = Q_e = \frac{Q_{nd}}{2} = \frac{pc}{6}$.

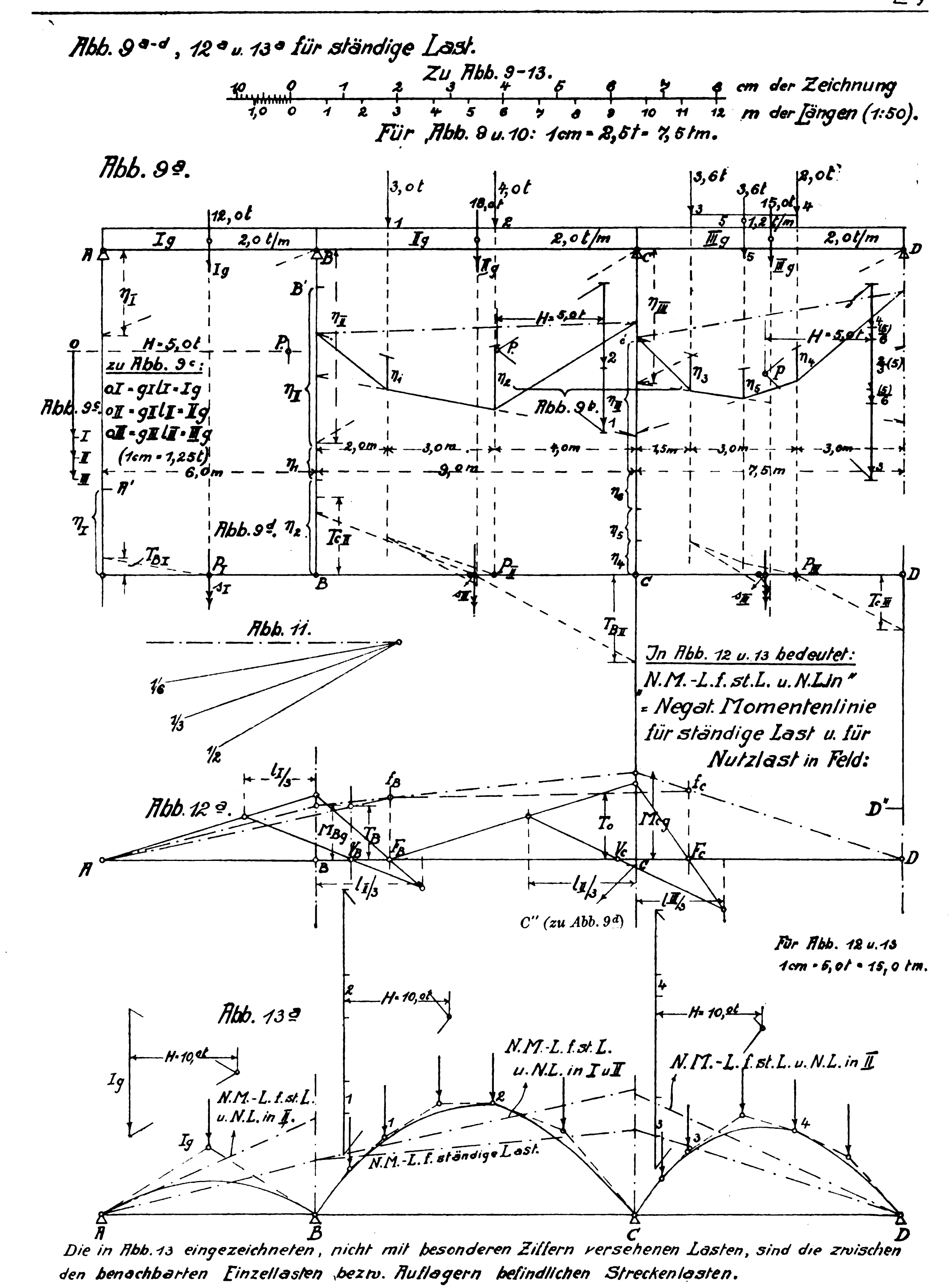
Soweit es sich also darum handelt, das statische Moment einer solchen gleichmäßig verteilten Streckenlast zu bilden, kann man sie in drei Einzellasten zerlegen derart, daß an ihrem Anfang und Ende je der sechste Teil, also $\frac{pc}{6}$, in ihrer Mitte zwei Drittel, also $\frac{2pc}{3}$, als angreifende Kräfte angenommen werden. Die weitere Behandlung, nämlich die Bestimmung der η und der T-Momente, erfolgt dann genau so, als ob nur diese Einzellasten in Rechnung zu stellen wären.

Der ganze Arbeitsvorgang ist, abgesehen von der Berechnung der $\frac{pl}{3}$ für die gleichmäßig verteilte Belastung einer vollen Oeffnung und der $\frac{pc}{6}$ bzw. $\frac{2pc}{3}$ für die Streckenbelastungen, rein zeichnerischer Art. Maßstabsfehler können bei einiger Vorsicht nicht vorkommen; die T-Momente ergeben sich von selbst in demselben Maßstab, wie die Feldmomente, aus ihnen aber in bekannter Weise die Stützenmomente.

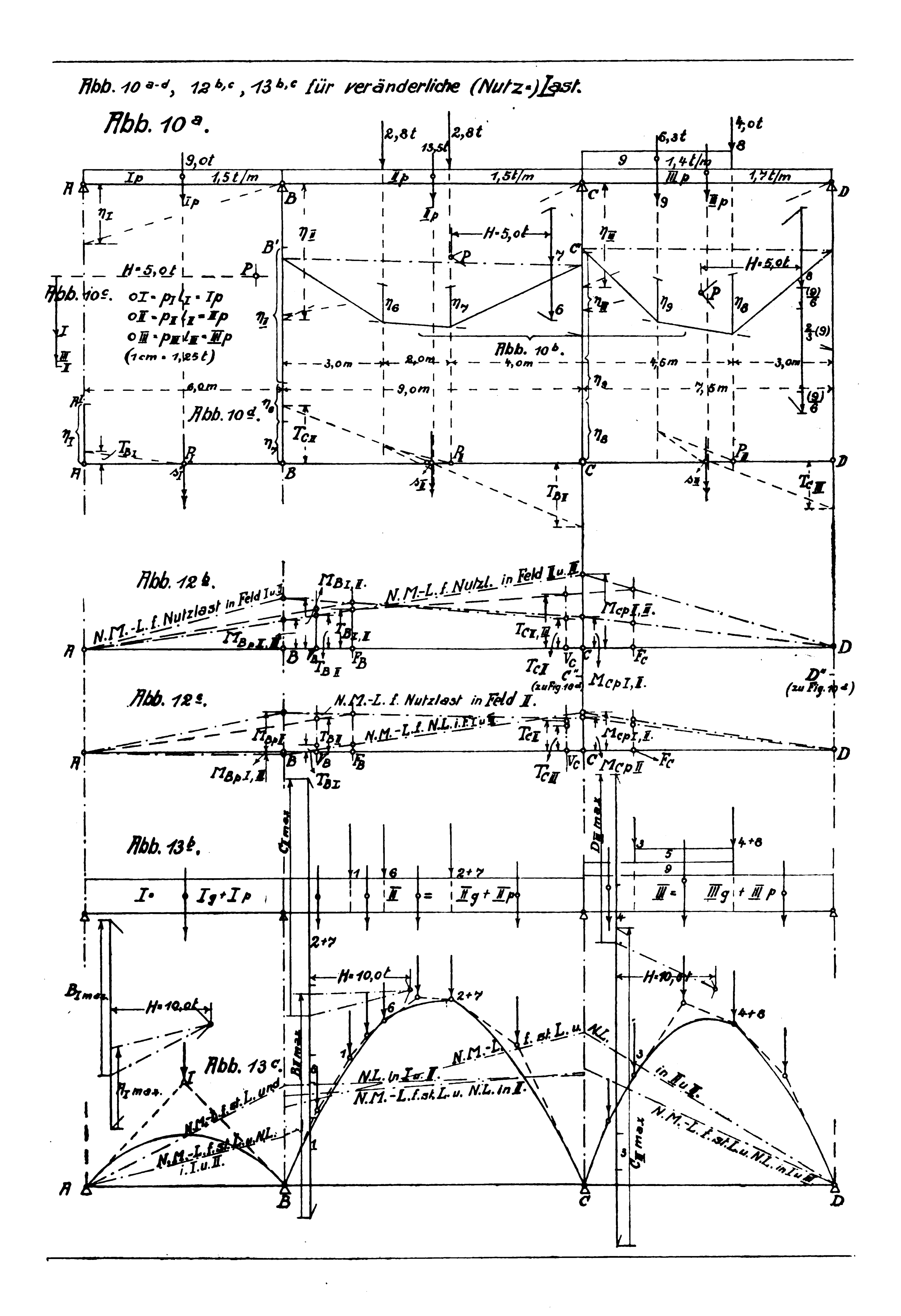
Das nach vorstehenden Erläuterungen sich ergebende zeichnerische Berechnungsverfahren sei in den Abb. 9 bis 13 im Zusammenhang an einem Beispiele vorgeführt.

Ein über drei Oeffnungen *I*, *II* und *III* von 6,0, 10,0 bzw. 7,5 m Stützweite durchgehender Balken sei durch eine ruhende Last, bestehend aus einer über alle Oeffnungen gleichmäßig verteilten Belastung sowie der in Oeffnung *III* befindlichen Streckenlast 5 und einer Reihe von Einzellasten 1 bis 4 (Abb. 9a), außerdem aber durch die Nutzlast in Anspruch genommen, die sich nach Abb. 10a aus gleichmäßig über die einzelnen Oeffnungen zu verteilenden Belastungen, aus der Streckenlast 9 und den Einzellasten 6, 7 und 8 zusammensetzt.

Die Aufgabe verlangt die Darstellung der für die einzelnen Querschnitte ungünstigsten Biegungsmomente



Die in Abb. 13 eingezeichneten, nicht mit besonderen Ziffern versehenen Lasten, sind die zwischen den benachbarten Einzellasten bezw. Auflagern befindlichen Streckenlasten.


Abb. 10 a-d, 12 b,c, 13 b,c für veränderliche (Nutz-)Last.
Abb. 10 a.
Abb. 10 b.
Abb. 10 c.
Abb. 10 d.
Abb. 12 b.
Abb. 12 c.
Abb. 13 b.
Abb. 13 c.

positiven und negativen Vorzeichens. Ihre Lösung erfordert zunächst die Ermittelung der T-Momente für die ruhende Last (s. Abb. 9a bis d), ferner die der T-Momente für die Nutzlast (Abb. 10a bis d), weiterhin die Bestimmung der Stützenmomente für die in Frage kommenden Belastungsfälle (Abb. 12a bis c), schließlich die Darstellung des Verlaufs der Feldmomente und die Gegenüberstellung der positiven und der den Stützenmomenten entsprechenden negativen Feldmomente (Abb. 13a und c).

In Abb. 9a und 10a sind zunächst die Belastungen — ruhende bzw. Nutzbelastung — angetragen.

Die Abb. 9b und 10b enthalten die Polfiguren für die Einzellasten und die in der dritten Oeffnung zu berücksichtigenden Streckenlasten, die, wie zuvor erörtert, in Einzellasten von $^1/_6$, $^2/_3$ und wieder $^1/_6$ ihres Gesamtwertes zu zerlegen sind. Mit dem überall gleichen Polabstand H werden dann zu den Einzellasten und den in entsprechende Einzellasten aufgelösten Streckenbelastungen die Momentenfiguren gezeichnet, deren Ordinaten bei einem Längenmaßstabe von $1^{cm} = 1{,}5^m$ und bei $H = 5^t$ den Wert $1^{cm} = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5^{tm}$ besitzen. In der oben beschriebenen Weise werden darauf die η bestimmt und in den Abb. 9d und 10d von einer neuen Balkenachse aus an den linken Stützensenkrechten, so wie sie aufeinander folgen, abgetragen, wobei mit der von der letzteren am weitesten entfernten Last begonnen wird.

Für die Ermittelung der η-Werte, welche den über die ganzen Stützweiten sich erstreckenden gleichmäßig verteilten Belastungen entsprechen, dienen die Abb. 9c und 10c, in denen die $\frac{gl}{6}$ bzw. $\frac{pl}{6}$ sowie der Polabstand H im geeigneten Maßstabe angetragen wurden. Die Parallelen zu den Verbindungslinien vom Pol mit den Laststreckenenden, welche nach der zugehörigen Oeffnung mit I, II und III bezeichnet sind, liefern in den Abb. 9a und 10a die auf den Auftraglinien der Abb. 9d und 10d noch anzufügenden η-Werte.

Abb. 11 stellt einen Verkleinerungsmaßstab für die Verhältnisse $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ vor, der verwendet wird bei der Zerlegung der Streckenlasten in die ihnen entsprechenden Einzelkräfte, zur Drittelung der Abstände e' der Schwerlinien S' von ihren Mittellinien, also zur Bestimmung der wirklichen Schwerlinien S bzw. ihrer Schnittpunkte s mit den Grundlinien (s. Abb. 14), zur Halbierung der Stützweiten und der Belastungsstrecken.

Zu den η-Werten, welche, wie oben ausgeführt, mit $\frac{l}{2}$ multipliziert die Inhalte der Teilmomentenflächen vorstellen, werden nunmehr unter Annahme beliebiger Pole die Seilecke gezeichnet. Werden als Pole P der Abb. 14 die Schnittpunkte der ersten in Betracht kommenden — in unserem Falle jeweils am weitesten rechts gelegenen — Kraftrichtung mit der Balkenachse angenommen, so fallen erster Pol- und Seilstrahl zusammen, und die gesuchten Punkte s' werden sich als Schnittpunkte der letzten Seilstrahlen mit den Balkenachsen ergeben. Hierbei ist darauf zu achten, daß die η der gleichmäßig verteilten Belastungen an die bereits angetragenen, den Einzel- und Streckenlasten entsprechenden η-Stücke angefügt wurden. Sie müssen deshalb auch im Seilzug als letzte Kraft (3 der Abb. 14) erscheinen. Durch Drittelung der Abstände $\overline{ms'} = e$ erhält man dann den Punkt s der Schwerlinie der Momentenfläche.

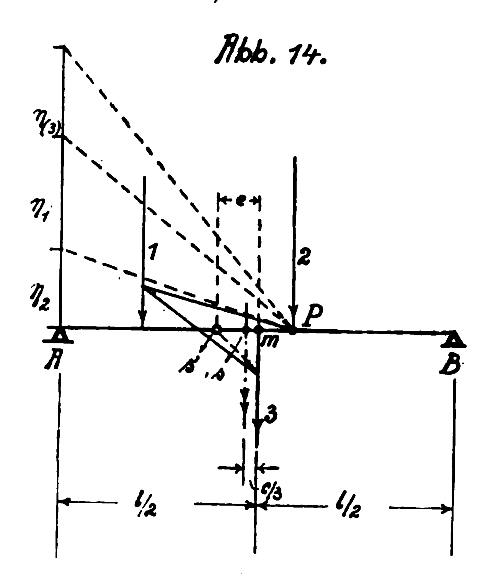
Es werden nun die zunächst auf den linken Stützensenkrechten nach oben angetragenen $\Sigma\eta = \overline{AA'}, \overline{BB'}$ usw. auf den rechten Stützensenkrechten nach unten abgesetzt, also $\overline{CC'} = \overline{BB'}$ und $\overline{DD''} = \overline{CC'}$ gemacht.

Zieht man dann durch

s_I eine Parallele zu $\overline{CA'}$
s_{II} " " " $\overline{DB'}$
s_{II} " " " $\overline{AC''}$
und s_{III} " " " $\overline{BD''}$,

so erhält man nach oben auf der durch A gehenden linken Stützensenkrechten der Oeffnung I die Strecke T_{BI}, auf der durch B gehenden linken Stützensenkrechten der Oeffnung II die Strecke T_{CII}, ferner nach unten auf der durch C gehenden rechten Stützensenkrechten der Oeffnung II T_{BII} und endlich auf der durch D gehenden rechten Stützensenkrechten der Oeffnung III T_{CIII}, und zwar in demselben Maßstabe, in welchem die Momentenordinaten erhalten werden, also in $1^{cm} = 15^{tm}$.

Abb. 14.



In bekannter Weise, auf die hier nicht eingegangen zu werden braucht, sind dann in Abb. 12a, vom linken Ende ausgehend, die verschränkten Stützensenkrechten V_B und V_C sowie die Festlinien F_B und F_C bestimmt, weiterhin aber die Stützenmomente M_{Bg} und M_{Cg} aus der ruhenden Last ermittelt. Hierzu wurden zunächst die T-Momente auf den verschränkten Stützensenkrechten, und zwar $T_B = T_{BI} + T_{BII}$ und $T_C = T_{CII} + T_{CIII}$ abgetragen, dann eine vom Stützpunkt A ausgehende Gerade durch den Endpunkt von T_B gelegt und mit der Festlinie F_B zum Schnitt gebracht, von diesem Schnittpunkte f_B aber eine Gerade durch den Endpunkt von T_C bis zum Schnitt f_C mit der Festlinie F_C gezogen. Verlängert man dann die Verbindungsgerade vom Stützpunkte D mit f_C bis zum Schnitt mit der Stützensenkrechten C, so erhält man auf letzterer das Stützenmoment M_{Cg}, und von da mit einer durch f_B gehenden, die Stützensenkrechte B schneidenden Geraden, auf dieser das Stützenmoment M_{Bg}.

Da die schließliche Momentenlinie indes im Maßstab $1^{cm} = 15^{tm}$ angetragen werden soll, während die in den Abb. 9 und 10 entwickelten T-Momente in $1^{cm} = 7{,}5^{tm}$ erhalten wurden, so sind die aus den Abb. 9 und 10 abzugreifenden, die T-Momente vorstellenden Strecken bei Uebertragung nach Abb. 12a für Eigengewicht und nach Abb. 12b und 12c für Nutzlast zu halbieren, was mit Hilfe des Verkleinerungsmaßstabes Abb. 11 geschieht.

Was nun die Nutzlast und die durch sie hervorgerufenen ungünstigsten Momente betrifft, so entstehen die größten Momente über einem Stützpunkt, wenn die ihm benachbarten beiden Oeffnungen belastet sind, die größten Feldmomente dagegen, wenn nur das betreffende Feld belastet ist, die links und rechts anschließende Oeffnung dagegen nicht, die übernächste Oeffnung indes wieder be-

lastet wird; letzteres kommt im vorliegenden Fall nur für Oeffnung I und III in Frage. Für die nicht belasteten Felder ist das T-Moment gleich Null.

Hiernach sind in Abb. 12b, welche die durch die Nutzlast hervorgerufenen größten Stützenmomente liefern soll, bei Belastung von Feld I und II für $M_B = \max$, anzutragen:

$T_{B\,I,II} = T_{B\,I} + T_{B\,II}$ auf der V_B-Linie,

$T_{C\,II}$ „ „ V_C- „ ,

Feld III ist unbelastet, daher $T_{C\,III} = 0$, ferner bei Belastung von Feld II und III für $M_C = \max$:

$T_{B\,II}$ auf der V_B-Linie,

Feld I ist unbelastet, daher $T_{B\,I} = 0$,

$T_{C\,II,III} = T_{C\,II} + T_{C\,III}$ auf der V_C-Linie.

Für die größten positiven Momente in den Außenfeldern I und III kommen als T-Momente in Betracht $T_{B\,I}$ und $T_{C\,III}$, da $T_{B\,II}$ und $T_{C\,II} = 0$ wegen Nichtbelastung der Oeffnung II, ferner für das größte positive Moment im Mittelfeld II $T_{B\,II}$ und $T_{C\,II}$, denn $T_{B\,I}$ und $T_{C\,III} = 0$ wegen Nichtbelastung der Oeffnungen I und III. Diese Werte sind in Abb. 11c auf den verschränkten Stützensenkrechten anzutragen. In der gleichen Weise, wie für das Eigengewicht angegeben, werden dann aus den T-Momenten die Stützenmomente M ermittelt.

In den Abb. 13 erfolgt endlich die Gegenüberstellung der positiven und negativen Momente, und zwar in 13a die der positiven Momente aus dem Eigengewicht mit denjenigen negativen Momenten aus Eigengewicht und Nutzlast, welche die niedrigsten Feldmomente herbeiführen, wie es der Fall ist, wenn jeweils die Nachbarfelder durch die Nutzlast beansprucht sind, also für Oeffnung I und III durch Nutzlast in Oeffnung II und für Feld II durch Nutzlast in Oeffnung I und III. Die hierzu benötigten Werte der Stützenmomente M_B und M_C der Nutzlast sind der Abb. 12c zu entnehmen.

Die Darstellung der zu dem einfachen Balken auf zwei Stützen gehörigen positiven Momente erfolgte zeichnerisch mit einem Polabstand $H = 10^t$; für die Momente bedeutet daher, wenn der Längenmaßstab 1 : 150 angewendet wurde, $1^{cm} = \frac{150}{100} \cdot 10 = 15^{tm}$. Die gleichmäßig verteilten Belastungen werden dabei in von Einzelkraft zu Einzelkraft reichende Streckenlasten aufgelöst, die, zunächst selbst als Einzelkräfte angetragen, in den Momentenlinien Ecken hervorrufen. Diese Ecken sind durch eingeschriebene Parabelstücke auszurunden.

Abb. 13c enthält schließlich die den Balken über je zwei Stützen entsprechenden Feldmomente in Gegenüberstellung mit denjenigen negativen Momenten, die sich ergeben, wenn einerseits die Oeffnungen I und II bzw. II und III durch Nutzlast in Anspruch genommen sind, in welchem Falle die negativen Momente über den Stützen und in deren Umgebung ihre Höchstwerte erreichen; und andererseits, wenn die Nutzlast nur in den Oeffnungen I und III oder in Feld II steht, in welchem Falle die größten positiven Feldmomente in Oeffnung I und III bzw. in Oeffnung II entstehen.

Die Stellung der Lasten bei Vollbelastung der einzelnen Oeffnungen zeigt Abb. 13b. Für die Ermittelung des Verlaufs der Feldmomente gilt dasselbe, was zuvor zu Abb. 13a betreffs der Momente aus dem Eigengewichte gesagt ist.

Die zeichnerische Darstellung liefert aber auch noch die Stützendrücke, indem von den Polen aus nach den Kräften Parallele zu den negativen Momentenlinien gezogen werden. Sie schneiden in den Kräftezügen unterhalb den auf den jeweils linken, oberhalb den auf den rechten Stützpunkt des Feldes entfallenden Belastungsanteil ab (s. Abb. 13c). Es bedeutet dann

$A_{I\max}$ den größten Stützendruck in A durch die Belastung des Feldes I,

$B_{I\max}$ diejenige des Stützpunktes B wieder durch die Belastung der Oeffnung I,

$B_{II\max}$ diejenige von B durch Feld II usf.

So liefert das vorbeschriebene zeichnerische Verfahren in übersichtlicher Weise und unter Vermeidung derjenigen Fehler, die sich beim Aufstellen umfangreicher Berechnungen nur allzu leicht einfinden, alle diejenigen Werte, die zur Bemessung eines tragenden Bauteils nötig sind. Wer, nachdem er bisher auf dem umständlichen rechnerischem Wege solche mehrfach unbestimmten durchgehenden Träger untersucht hat, nun das zeichnerische Verfahren verwendet, wird dem letzteren unbedingt den Vorzug geben, zumal, wenn nicht nur die Kontinuität über zwei oder drei, sondern über eine größere Zahl von Oeffnungen zu berücksichtigen ist.

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Schumacher, F., Prof., Dr.-Ing. Die Reform der kunsttechnischen Erziehung. Leipzig 1918. Quelle & Meyer. Pr. 2,40 M., geb. 3,20 M.

v. Rieppel, Dr. A. Deutsche Zukunftsaufgaben und die Mitwirkung der Ingenieure. Berlin 1918. Springer. (Verein deutscher Ingenieure.) Pr. 1,60 M.

Schubauer, I. Baukonstruktionslehre. I. Mit 200 Abb. Wien, Leipzig 1918. Deuticke. Pr. 5 Kr.

Preuß, M., Prof. Aufgaben aus Konstruktion und Statik. I. 15 Aufgaben aus dem Eisenbetonbau. Mit 39 Abb. Breslau 1919. Steinke. Pr. geb. 5 M.

Frank, Paul A. R. Thermosbau. Hamburg 1918. Boysen & Maasch. Pr. 1,35 M.

Ruppel, S., Prof. Vereinfachte Blitzableiter. 4. Aufl. Mit 80 Abb. Berlin 1918. Springer.

Niese, H. Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren. 2. Aufl. Mit 40 Abb. Berlin, Leipzig 1918. Göschen (Nr. 499). Pr. geb. 1,25 M.

Fischer, Dr.-Ing., K. Einführung in die Hochspannungstechnik. Mit 98 Abb. Berlin, Leipzig 1918. Göschen (Nr. 609). Pr. geb. 1,25 M.

Albrecht, Dr.-Ing., R. Die Akkumulatoren für Elektrizität. 2. Aufl. Mit 56 Abb. Berlin, Leipzig 1918. Göschen (Nr. 620). Pr. 1,25 M.

F. Schumacher, Prof., Dr.-Ing., Baudirektor. Die Reform der kunsttechnischen Erziehung. Ein Beitrag zum Aufstieg der Begabten. (Deutscher Ausschuß für Erziehung und Unterricht Nr. 3.) Leipzig 1918. Quelle & Meyer. Pr. 2,40 M., geb. 3,20 M.

Wenn irgend jemand, so ist der Verfasser, der lange Jahre dem Lehrkörper einer Technischen Hochschule angehört hat und gegenwärtig mitten im praktischen Leben steht, gewiß dazu berufen, zur Frage der Erziehung des Nachwuchses in den künstlerischen Fächern, insbesondere

der Architektur, das Wort zu nehmen. Er will nicht die Probleme, welche sich hier nach allen Seiten auftun, endgültig beantworten und lösen, sondern Gesichtspunkte aufstellen und deren Erörterung anregen, die zur völligen Umgestaltung der Lehranstalten des kunsttechnischen Unterrichts führen dürfte. Er verlangt innigere Fühlung zwischen Architektur, Kunstgewerbe und freier Kunst, aber auch zwischen Architektur und Bauingenieurwesen. Bei Betrachtung der Hochschulerziehung des Architekten werden die Hemmungen durch Fragen der Berechtigung, in der Vorbildung, in der Organisation des Studiums und des Prüfungswesens erörtert und die Hindernisse beleuchtet, die in der Abgrenzung unserer Erziehungsanstalten begründet sind. Wichtiger als der Aufstieg der Begabten erscheint dem Verfasser das Problem der rechten Verwendung der Begabungen. Die Arbeit gewährt weite Ausblicke auf die unabweislich notwendigen Maßnahmen zur besseren Bewirtschaftung unserer geistigen Kräfte und ist ein wertvoller Beitrag zur Lösung der Erziehungsfragen. Wer an diesen ein Interesse hat, wird das Büchlein mit größter Befriedigung studieren. *S.*

M. Preuß, Prof. Aufgaben aus Konstruktion und Statik. I. 15 Aufgaben aus dem Eisenbetonbau. Mit 39 Abb. Breslau 1919. Paul Steinke. Pr. geb. 5 M.

Der Verfasser gibt ein Musterbuch einfacher Konstruktionen in Eisenbeton, dessen ausgedehnte Verwendung der hohen Eisenpreise wegen demnächst sehr wahrscheinlich ist, und bietet für die einfachen Bauteile des Hochbaues Beispiele von Entwurf, Berechnung und Konstruktion so weit, daß Materialbedarf und Kosten ohne weiteres zu ermitteln sind. Die Grundlehren des Eisenbetonbaues und seiner statischen Verhältnisse sowie die amtlichen Bestimmungen werden als bekannt vorausgesetzt. Die Aufgaben sind unter Annahme bestimmter Hauptmaße vollkommen durchgerechnet und in bezug auf Entwurf, Standsicherheit und Konstruktion bis zum endgültigen Bestimmen der Abmessungen und der Materialmengen in Beton und Eisen fertig durchgeführt. Die beigegebenen Abbildungen enthalten alles, was die Rechnung ergeben hat, und werden durch kurze, treffende Erklärungen ausführlich erläutert. Dem in der Praxis stehenden Techniker wird dadurch eine vortreffliche Anleitung gegeben, ähnliche Fälle aus dem Gebiete der frei aufliegenden und durchlaufenden Deckenplatten und Plattenbalken, der Unterzüge und Stützen, Balkonausbauten, Fensterstürze, Treppen und Treppenstufen usw. mit der nötigen Sicherheit zu behandeln. Allen Architekten kann das Buch wärmstens empfohlen werden. *S.*

S. Ruppel, Prof. Vereinfachte Blitzableiter. 4. Aufl. Mit 80 Abb. Berlin 1918. Springer.

Kaum 4 Jahre nach der 3. Auflage ist noch während des Krieges die 4. nötig geworden, die im wesentlichen ein unveränderter Abdruck der vorigen ist, woraus sich am besten die Brauchbarkeit des Buches ergibt. Die Ausführung vereinfachter Blitzableiter gewinnt infolge der durch den Krieg geschaffenen Verhältnisse ganz besondere Bedeutung; denn wenn unter Ausnutzung der am Gebäude vorhandenen Metallteile gleich beim Bau desselben der Blitzableiter vorgesehen wird, so läßt sich mit geringen Ergänzungen unschwer und mit geringen Kosten ein genügender Blitzschutz gewinnen, wenn man ihn nach den Vorschlägen des Verfassers gestaltet. *S.*

Hans Niese, Ing. Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren. 2., verb. Aufl. Mit 40 Figuren. (Sammlung Göschen Nr. 499.) G. J. Göschen. Berlin und Leipzig. Pr. 1 M. und 0,25 M. Teuerungszuschlag.

Seit Erscheinen des vorliegenden Buches erster Auflage hat die Autogentechnik einen Aufschwung genommen, der auch die größten Erwartungen weit übertroffen hat. Schon aus diesem Grunde ist es erfreulich, daß der Verfasser trotz aller Schwierigkeiten der längst vergriffenen 1. Auflage die 2. in beträchtlicher Erweiterung folgen zu lassen vermochte. Selbst die gebieterischen Forderungen des Krieges haben die autogene Metallbearbeitung in ihren Dienst gestellt und der Entwickelung neue Bahnen gewiesen. Militärische Interessen verbieten z. Z. noch das Eingehen auf vorliegende Ergebnisse, deren bedeutendstes wohl das Unterwasser Schneidverfahren sein dürfte. Aus diesem Grunde darf vom bestens bekannten Verfasser wohl die Herausgabe eines Nachtrages erwartet werden.

Dank der Erkenntnis ihres Wertes für die gesamte Technik wächst offenbar das Bestreben, der autogenen Metallbearbeitung in der Industrie eine noch weitere Grundlage einzuräumen, mit dem wirtschaftlichen Ziel, auch die Azetylen-Gaserzeugung in ortsfesten Anlagen zu einer immer größeren Leistung zu gestalten.

Klare Sprache, anschauliche Darstellungsweise, gute Abbildungen und erschöpfende Schilderung zeichnen auch die zweite Auflage hervorragend aus.

K. Fischer, Dr.-Ing. Einführung in die moderne Hochspannungstechnik. 2., verb. Aufl. (Sammlung Göschen Nr. 609.) G. J. Göschen. Berlin und Leipzig. Pr. 1 M. und 0,25 M. Teuerungszuschlag.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage sind auf dem Gebiet der Hochspannungstechnik wesentliche neue Erkenntnisse durchgedrungen, und es war daher notwendig, eine gründliche Umarbeitung vorzunehmen. Es zeigte sich dabei, daß es kaum noch möglich war, den Stoff in den vorgeschriebenen Rahmen zu zwingen, ohne ihn im einzelnen stark zu beschneiden. Es mußte daher von vielen wünschenswerten Erweiterungen Abstand genommen werden. Im praktischen Teil schien die Beschränkung eher zulässig zu sein, weil in den bestehenden Anlagen mit Rücksicht auf die Zeitumstände wenig Aenderungen vorgenommen wurden. Erst wenn die Entwickelung der künftigen Rohstoffverhältnisse zu übersehen sein wird, sind Aenderungen und Umbauten zu erwarten; bis dahin wird aber wieder manche neue Erfahrung verwertet werden können.

Rich. Albrecht, Regierungsrat, Dr.-Ing. Die Akkumulatoren für Elektrizität. 2. Aufl. (Sammlung Göschen Bd. 620.) G. J. Göschen. Berlin und Leipzig. Pr. 1 M. und 0,25 M. Teuerungszuschlag.

Bei der 2. Auflage sind mehrere Abschnitte umgearbeitet und erweitert worden. An das Kapitel „Chemische Vorgänge bei der Entladung und Ladung" ist eine Betrachtung über das Verhältnis des Gewichts des Akkumulators zu seiner Leistung angegliedert worden, ferner wurden der Einfluß der Plattendicke auf die Kapazität näher dargelegt und Beispiele zur Ermittelung der Größe einer Batterie gegeben. Beim Kapitel über den Einbau tragbarer Akkumulatoren sind noch die Akkumulatoren für Taschenlampen beschrieben worden. Eine wesentliche Umarbeitung erfuhren die Abschnitte über den Edisonakkumulator, in denen die neuesten Konstruktionen und Erfahrungen auf diesem Gebiete berücksichtigt worden sind.

Im ganzen ist danach gestrebt worden, das Bändchen für den praktischen Gebrauch verständlicher zu gestalten. Dabei mußte das Kapitel über die „Theorie des Akkumulators" gekürzt werden, um den Umfang des Bändchens nicht in unzulässiger Weise zu vergrößern.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN
von dem
Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor W. Schleyer in Hannover.

GENERAL LIBRARY
SEP 10 19
UNIV. OF MICH.

Jahrgang 1919. Heft 6.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.
Jahrespreis 22 Mark 60 Pf.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22,60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14,00 Mark, für Studierende der technischen Hochschulen 9,60 Mark.

Inhalt:

DEMAG
Eisenhochbauten, Pressluftanlagen
Dampfkrane
7377
Deutsche Maschinenfabrik A.-G.
DUISBURG

WIESBADEN. C. W. KREIDELS VERLAG. 1919.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1919. Heft 6.
(Band LXV; Band XXIV der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Summations-, Einzel- und Differenz-Spannungen im ebenen bestimmten Fachwerk.

Antrittsvorlesung an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, gehalten am 8. Februar 1913.

Von Dr.-Ing. Martin Gsell, Architekt (Stettin).

In den Uebungen für Statik der Hochbaukonstruktionen, die ich während fünf Jahren zu leiten hatte, kam es mir nicht bloß darauf an, den Herren Studierenden das an die Hand zu geben, was sie in der Praxis benötigen, sondern ich gab mir Mühe, in ihnen ein inneres Verständnis für das Wesen der Statik zu erwecken und scheute keine Zeit, ihnen deutlich vor Augen zu führen, wie in irgendeiner durch äußere Kräfte beanspruchten Konstruktion die Spannungen auftreten müssen und wie sie nicht auftreten können. Ich halte dies Vorgehen für nötig, damit sich der Studierende zuerst ein Bild des Spannungsvorganges macht, ehe er die Berechnung angreift, denn ohne diese Vorstellung verfällt man in die verderbliche Art, die leider vielfach üblich ist, die Aufgaben schematisch zu behandeln, macht dadurch die Statik witz- und geistlos und verekelt sich und anderen dies schöne Fach.

Wenn man die Spannungen in einem Fachwerksbinder zu ermitteln hat, stellt man aus den bekannten Belastungskräften zuerst die Reaktionen fest. Man kennt dann alle äußeren Kräfte, die auf die Konstruktion wirken, und kann nun bestimmen, welche inneren Kräfte auftreten müssen, damit Gleichgewicht entsteht.

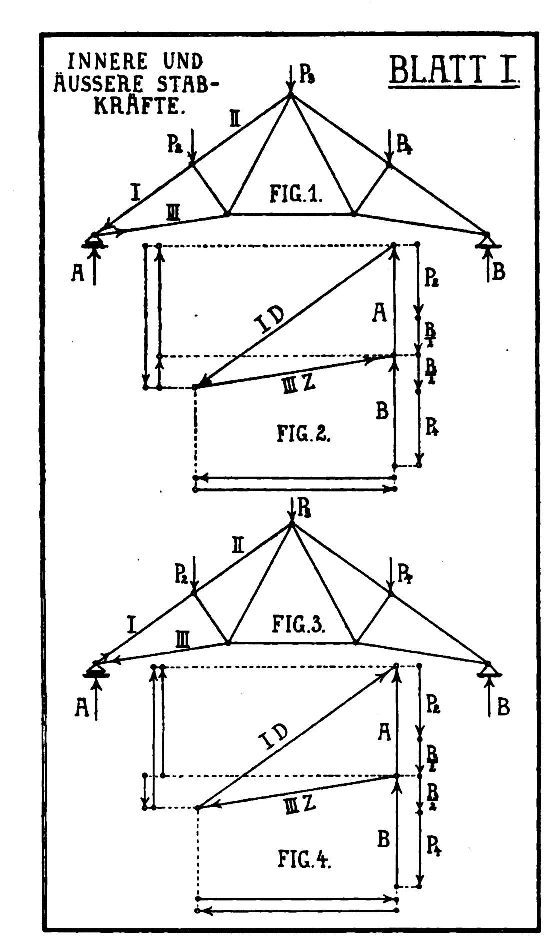
Dies ist ganz richtig, aber nicht uninteressant ist eine Untersuchung darüber, wie sich denn eigentlich die Reaktionen bilden. Es ist doch ganz klar, daß, wenn Belastungen angreifen, im Fachwerk ein Spannungskampf entsteht. Dabei fließen von den angegriffenen Knoten Kräfte in das System hinein und nach den Lagern hin und gehen aus diesen als Lagerkräfte in die Mauern über. Dann erst können gleich große, entgegengesetzt gerichtete Reaktionen auftreten.

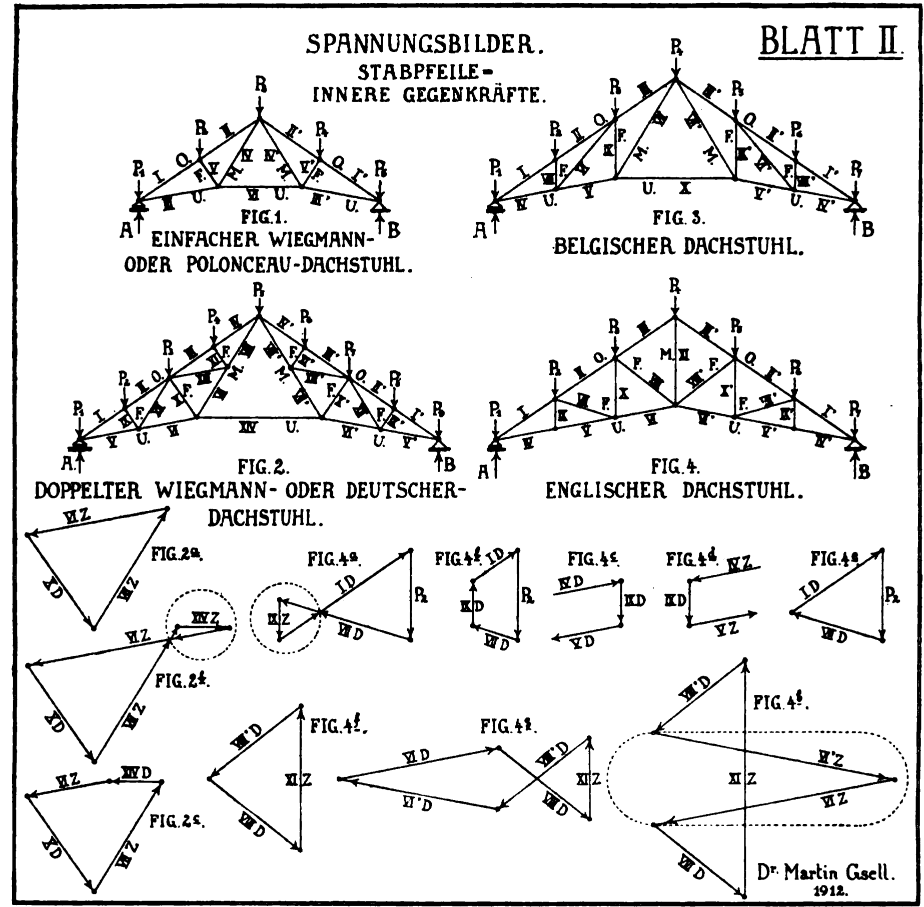
Sehr wichtig ist ferner die Feststellung, ob in einem Stabe Druck oder Zug wirkt. Bis jetzt wird diese Untersuchung folgendermaßen vorgenommen:

Erstens nach Cremonas Kräfteplan: Man betrachte irgendeinen Dachstuhl, z. B. den in Fig. 1 auf Blatt I dargestellten. Zuerst bestimmt man die Lagerdrucke, denen gleich große entgegengesetzt gerichtete Gegendrucke, die sogenannten Reaktionen A und B entgegenstehen müssen, Fig. 2. Dann fängt man an den Lagerknoten an und sucht die inneren Kräfte, die in den Stäben I und III gegen die nun bekannte äußere Kraft A auftreten müssen, damit Gleichgewicht herrscht. Man sagt, daß die Stäbe I und III mit der Reaktion A einen geschlossenen Kräftezug bilden müssen usw., man zeichnet diesen, überträgt die Pfeile, die sich ergeben haben, in die Fachwerksfigur und benennt die Pfeile, die gegen die Knoten stehen, innere Druckkräfte, die vom Knoten ab wirken, innere Zugkräfte. Man hat dann nur noch den Beweis zu führen, daß bei geschlossenem Kräftezug tatsächlich Gleichgewicht herrscht, und diesen führt man durch Beziehung aller Knotenkräfte auf ein senkrechtes Achsensystem, wobei deutlich wird, daß die horizontalen Komponenten sowohl wie die vertikalen sich gegenseitig völlig ausgleichen (s. Fig. 2, Blatt I).

Manche Statiker zeichnen statt der inneren Gegenkräfte gegen die Reaktionen und Pfettenlasten die äußeren Kräfte, die von diesen auf die Stäbe wirken. In vorliegendem Fall sagen sie also, daß sich die Reaktion A in 2 Seitenkräfte in Richtung von I und III zerlegt (Fig. 4), und daß die genannten Stäbe diese Wirkungen aushalten müssen. Die Zeichnung ergibt dann die entgegengesetzten Pfeile, so daß das Spannungsbild am linken Lagerknoten das in Fig. 3 dargestellte ist. Die Komponente nach I ist ein Druck, die nach III ist ein Zug usw.

Ich unternahm es gelegentlich in den Uebungen, an einem größeren Dachbinder, z. B. dem doppelten Wiegmann- oder deutschen Dachstuhl (Blatt II, Fig. 2), der ganz zu Unrecht „doppelter Polonceau“ oder „doppelter französischer“ heißt, nach einer dieser Methoden die Ermittelung der Druck- und Zugspannungen vorzuführen. Es gehört von seiten des Erklärenden viel Aufmerksamkeit dazu, alle Pfeile richtig einzuzeichnen, noch mehr aber von seiten des Hörers, alles genau in sich aufzunehmen. Ich machte stets die Beobachtung, daß die Herren Studenten bei dem





fortwährenden Hin und Her der Pfeilrichtungen in ihrem Interesse an der Aufgabe erlahmten und erleichtert aufatmeten, als ich endlich fertig war.

Wenn nun jemand, dem diese Dinge noch nicht geläufig sind, auf solche Art ermitteln will, welche Stäbe drücken oder ziehen, kann es leicht vorkommen, daß er äußere und innere Kräfte verwechselt und die Pfeile verkehrt einsetzt.

Zweitens nach Ritters Schnittmethode: Die Druck- und Zugspannungen werden dadurch ermittelt, daß man alle Stabkräfte als Zugkräfte annimmt. Man macht dann jedesmal, wenn ein Stab gedrückt wird, einen Fehler, und dieser zeigt sich daran, daß statt eines positiven Resultates, sich ein negatives ergibt. Nun gibt es aber keine negativen Spannungen, alle Spannungen, ob Druck oder Zug, sind positiv. Wenn sich also ein Minuswert ergibt, ist ein Fehler gemacht worden, statt des zuerst gedachten Zuges erfährt der Stab die entgegengesetzte Spannung, nämlich Druck [1]).

Ich halte diese beiden Methoden in dieser Hinsicht nicht für lehrreich, weil die so wichtigen Fragen, ob Druck oder Zug herrscht, nicht mit Hilfe der natürlichen, fast jedem Architekten angeborenen statischen Vorstellung, sondern rein schematisch gelöst werden.

Ich glaube, in den von mir geleiteten Uebungen den Herren Studenten eine bessere und klarere Vorstellung von den Spannungsvorgängen beigebracht zu haben. So oft ich an das Kapitel der Spannwerke kam, machte ich ihnen durch allgemeine Erklärungen verständlich, welche Stäbe drücken und welche ziehen müssen, so daß sie dann an den Dachstühlen ohne jede zeichnerische oder rechnerische Ermittelung sofort erkannten, welche Kräfte auftreten.

[1]) Die Benennung des Druckes als Minusspannung und des Zugs als Plusspannung hat nur insofern Berechtigung, als bei jener der Stab verkürzt wird, also etwas von der Länge in Abzug kommt, bei dieser sich die Länge vergrößert.

Ich möchte mir erlauben, Ihnen, meine Herren, diese Erklärungen zu wiederholen, weil sie auch zum Verständnis des Hauptteiles meines Vortrages nötig sind:

Denken wir uns irgendeinen, also z. B. den doppelten Wiegmann- oder deutschen Dachstuhl. Ich beanspruche ihn gleichmäßig durch die Last der Pfetten und des Daches (Fig. 2, Blatt II).

Wir beginnen mit der Untersuchung der Wirkungen von P_1 und P_9. Die Fußpfetten, welche diese Lasten übertragen, liegen über den Lagern. Sie geben ihren Druck durch die Lagerknoten und die Auflager unmittelbar in die Mauern und beanspruchen die Stäbe des Binders in keiner Weise. Man könnte die Fußpfettenlasten noch so sehr vergrößern, die Binderstäbe würden völlig spannungslos gegen sie bleiben.

Welche Wirkungen haben P_2 und P_4? Denke man sich die Streben *IX* und *XI*, die gegen den Obergurt anstehen, entfernt, dann wird man sofort erkennen, daß der Obergurt durch P_2 und P_4 nach unten durchgebogen wird. Sind hingegen die Pfosten vorhanden, dann verhindern sie diese Biegung. Dabei werden sie gedrückt. Nun können aber die Lasten P_2 und P_4 nicht in einem Winkel allein auf *IX* und *XI* wirken. Im Obergurt muß sich auch noch je eine Gegenkraft bilden, und zwar muß gegen P_2 Stab *I* drücken, während Stab *II* gegen P_2 wirkungslos bleibt, und *III* muß gegen P_4 drücken, während *IV* keine Gegenkraft leisten kann. Hierüber habe ich in meiner Habilitationsschrift [2]) ausführlich geschrieben, so daß ich es mir ersparen möchte, alles noch einmal im einzelnen vorzubringen, denn die hierzu nötigen Erklärungen würden mich jetzt zu weit führen. Wer von den Herren die Beantwortung dieser Fragen wünscht, möge dort nachlesen.

[2]) Siehe: „Veränderungen statisch unbestimmter eiserner Dachbinder in statisch bestimmte und neue graphische Berechnungen zur Spannungsermittelung" in den Heften 5 und 6, Jahrgang 1913 dieser Zeitschrift, oder Sonderdruck.

Wenn die Strebe *IX* gegen P_2 drücken soll, muß sie am unteren Ende festsitzen, sie muß sich unten feststemmen können. Hier treffen noch 3 Stäbe zusammen. Ich will einmal den Stab *XII* auslassen, dann wird man sofort sehen, daß durch den Druck der Strebe der Untergurt nach unten durchgebogen wird. Eine solche Durchbiegung des Untergurtes *V—VI* und entsprechend des Mittelgurtes *VII—VIII* wird verhindert durch die Stäbe *XII* und *XIII*, die dadurch gezogen werden. Hierbei muß aber noch je ein zweiter Stab mitwirken, aus dem gleichen Grunde, den ich eben genannt. Es ist aus der symmetrischen Anlage zu ersehen, daß Stab *V* den gleichen Zug wie *XII* und Stab *VIII* denselben Zug wie *XIII* leisten muß. Die Stäbe *VI* und *VII* erhalten dabei keine Spannung.

XII und *XIII* ziehen also mit gleicher Kraft an dem Knoten bei P_3. Man müßte blind sein, wenn man nicht erkennen würde, daß diese beiden gleich großen symmetrischen Zugspannungen eine einzige Gegenkraft in *X*, und zwar Druck erzeugen. Stab *X* hat aber noch eine zweite Aufgabe: Er muß den Obergurt *II—III* gegen eine Durchbiegung durch die Pfettenlast P_3 schützen, und zwar dadurch, daß er drückt. Dabei erhält auch Stab *II* Druck, während Stab *III* und die Bänder *XII* und *XIII* gegen P_3 völlig wirkungslos bleiben. In Stab *X* vereinigen sich demnach zwei Druckspannungen verschiedener Herkunft.

Die Kraft, welche *X* nach oben leisten muß, wirkt natürlich auch gegen den unteren Knoten. Hier wird sie durch zwei gleich große Zugspannungen in *VI* und *VII* im Gleichgewicht gehalten (Fig. 2a). Stab *XIV* kann keine direkte Arbeit gegen den Druck in *X* leisten, Zug ist ausgeschlossen (Fig. 2b), weil er jenseits des Ueberschneidungspunktes von *VI* und *VII* liegt, denn die Kräfte innerhalb der gestrichelten Umrahmung halten sich selbst im Gleichgewicht und haben keine Beziehung zum Druck in *X*. Hingegen wäre Druck in *XIV* möglich (Fig. 2c) und würde auftreten, wenn beide Lager festgeschraubt und die Mauern durchaus unverrückbar wären. Hier ist aber ein Lager beweglich, so daß der ganze Untergurt, also auch *XIV*, durch Zugspannung das Gleichgewicht herstellen muß, und wenn *XIV* als Band oder Stange zieht, kann es gegen *X* nicht drücken. Die Gegenkräfte gegen Druck in *X* werden also allein von *VI* und *VII* als Zugspannungen nach Fig. 2a übernommen.

Der Zug in *VI* fließt durch *V* ans Lager, der von *VII* durch *VIII* an den Firstknoten, wo sie weitere Gegenkräfte bilden. Die Zugspannungen in *VIII* und *VIII'* ziehen am First und erzeugen Druck in den Obergurtstäben *IV* und *IV'*. Zugleich müssen diese beiden Stäbe Gegendruck gegen die Firstlast P_5 leisten, während die Bänder *VIII* und *VIII'* gegen P_5 spannungslos sind.

Stab *XIV*, der eben erwähnt wurde, erhält also von keiner Pfette direkte Beanspruchungen. Er hat nur den Zweck, den linken Binderteil, der auf beweglichem Lager ruht, am festen Lager zu verankern und den Schub aus *I*, den das bewegliche Lager nicht in die Mauer übertragen kann, an das feste Lager hinüber zu leiten. Dadurch wird er gezogen.

Ich will noch kurz die anderen Binderarten, die in den Uebungen berechnet wurden, durchsprechen, zunächst den belgischen (Fig. 3, Blatt II):

P_1 und P_7 lasse ich aus der Betrachtung aus, weil sie keinen Einfluß auf die Binderstäbe, sondern nur auf die Lagerknoten, Lager und Mauern haben. Durch P_2 würde, wenn *VIII* fehlte, der Obergurt *I—II* durchgebogen werden, *VIII* verhindert aber durch Druck diese Biegung, ohne daß *I* einen Hilfsdruck leisten kann, denn die ganze Last P_2 geht unmittelbar nach *VIII* über. Am unteren Ende teilt sich der Druck von *VIII* in Zug nach *IV* und *VI*, Zug in *VI* verwandelt sich am oberen Knoten in Druck in *II* und *IX*, während Stab *IX* gleichzeitig Gegendruck gegen P_3 in voller Größe von P_3 leisten muß. *IX* nimmt also zwei Druckspannungen verschiedenen Ursprungs in sich auf. Der Druck in *IX* wird am unteren Knoten durch Zug in *V* und *VII* im Gleichgewicht gehalten. Die Zugspannungen in *VII* und *VII'* erzeugen in den Obergurten *III* und *III'* Druckspannungen, zugleich müssen *III* und *III'* Gegendruck gegen P_4 leisten. *X* hält durch Zug beide Binderhälften zusammen, so daß das bewegliche Lager nicht abrollen kann.

Noch ein Dachstuhl möge behandelt werden, der englische, den man gewöhnlich fälschlicherweise den „deutschen" nennt (Fig. 4, Blatt II):

Gegen die Pfettenlast P_2 stehen vier Stäbe: *I, IX, VII, II* an. Von diesen scheidet *II* als Gegenkraft aus, wie in vorigen Fällen. Es bleiben also nur noch *I, IX* und *VII* übrig. Untersuchen wir zunächst, welche Arbeit Stab *IX* leisten kann. Nehmen wir an, daß er von P_2 Druck erfahren würde (Fig. 4b), denn von Zugspannung kann deshalb nicht die Rede sein, weil Zug jenseits des Ueberschneidungspunktes liegt (Fig. 4a), also gar keine Beziehung zur Pfettenlast hat. Wenn er also gegen P_2 drücken würde, dann müßte er den Druck am unteren Ende in *IV* und *V* auslösen. Diese gehen aber am Knoten in gleicher Richtung durch, können also keine Normalkräfte, also keine Längsspannungen gegen einen Druck in *IX* liefern, weil diese unendlich groß sein müßten (s. Fig. 4c und 4d), was unmöglich ist, sondern *IV—V* würde nach unten durchbiegen. Wenn nun der untere Punkt von *IX* nach unten ausweichen würde, dann müßte der obere natürlich diese Bewegung mitmachen, und zwar wenn *IX* gedrückt, also verkürzt würde, müßte der obere Punkt mehr als der untere sinken. Ein solcher Vorgang ist doch gar nicht möglich, denn ehe Stab *IX* infolge der Durchbiegung des Untergurtes nach unten ausweichen kann, werden längst vorher *I* und *VII* gedrückt.

Daraus ersieht man, daß Stab *IX* überhaupt keine Arbeit gegen P_2 leisten kann, er ist sogar in bezug auf sämtliche Pfettenlasten, auch bei Winddruck, spannungslos. Er hat nur die Aufgabe den Untergurt *IV—V*, der so lang ist, daß er infolge seines eigenen Gewichts durchschlagen könnte, an dieser Durchbiegung zu hindern.

Es bleiben also als Gegenkräfte gegen P_2 nur *I* und *VII* übrig, die beide gedrückt werden (Fig. 4e).

VII stemmt sich am anderen Ende gegen den Untergurt und erzeugt Gegenkräfte in *V* und *X*, natürlich Zug, während *VI* spannungslos bleibt. Der Zug in *X* hängt sich an den Knoten bei P_3 und erzeugt in *II* und *VIII* Gegendrucke. In gleicher Weise wirkt P_3 auf *II* und *VIII*, so daß in diesen beiden Stäben je zwei Druckspannungen verschiedenen Ursprungs auftreten. Die Druckspannungen in *VIII* und *VIII'* setzen sich am unteren Ende als Zug in *XI* um, ohne daß *VI* und *VI'* mitwirken (Fig. 4f). Gegendrucke in *VI* und *VI'*, etwa nach Fig. 4g, sind unmöglich, weil der Untergurt, der wegen des beweglichen Lagers ziehen muß und als Band angelegt wird, nicht drücken kann, und Zugspannungen in *VI* und *VI'* gegen die Drucke in *VIII* und *VIII'* sind unmöglich, weil sie gar keine Beziehung zu diesen haben (s. Fig. 4h), denn die Kräfte innerhalb der gestrichelten Umrahmung halten sich selbst im Gleichgewicht. Also ist nur die Kraftübertragung nach Fig. 4f möglich. Der Zug in *XI* erzeugt am First Drucke in *III* und *III'*. Auch P_3 erzeugt Drucke in diesen Stäben.

Die Untergurte *VI* und *VI'*, die — bei Vollbelastung — von den senkrechten Pfettenlasten keine direkte Beanspruchung erfahren, haben die Aufgabe, das bewegliche Lager am Abrollen zu hindern und ihm die Möglichkeit zu geben, eine senkrechte Lagerkraft abzusetzen. Dadurch werden sie gezogen. Dieser Zug zieht sich natürlich auch durch die anderen Untergurtstäbe und verstärkt die schon in ihnen enthaltenen Zugspannungen.

Soweit gab ich den Herren Studenten in den Uebungen für Statik der Hochbaukonstruktionen diese Erklärungen, die bei den vorliegenden Beispielen zur Beantwortung der Fragen, ob Druck oder Zug herrscht, genügen.

Damit sind allerdings die Aufgaben noch nicht gelöst. Irgendeine der bekannten Rechnungsarten muß noch gemacht werden, aber nicht um den Spannungssinn, sondern nur um die Größe der Spannungen zu finden. Beim Ritterschen Verfahren ließ ich in den Uebungen die Pfeile gleich richtig einsetzen, nicht wie es sonst geschieht, sämtlich als Zugspannungen, also teilweise richtig, teilweise falsch. Die Resultate waren dann alle positiv, so daß am Vorzeichen nicht zu erkennen war, ob Druck oder Zug herrscht. Das hatte man schon vorher gewußt.

Diese Untersuchungen brachten mich schon vor mehreren Jahren auf ganz neue, bisher unbekannte Spannungsvorgänge, die ich Ihnen, m. H., jetzt vorführen werde. Ich nehme dazu die einfachsten Fälle.

Erstes Kapitel.

Ein Dachstuhl mit hochgezogenem Untergurt und nur einer Pfettenlast möge zuerst betrachtet werden (Fig. 1, Blatt III). Lager bei A beweglich, Lager bei B fest.

Gegen die Firstlast P stehen 3 Stäbe an, in denen Gegenkräfte auftreten müssen.

Denken wir uns verschiedene Gegenkraftsmöglichkeiten:

1. in allen 3 Stäben Gegendruck gegen P (Fig. 2),
2. in den Obergurten Druck und im senkrechten Stabe Zug (Fig. 3),
3. in den Obergurten Zug und im senkrechten Stabe Druck (Fig. 4a und b),
4. in den Obergurten Druck und im Mittelstabe keine Spannung (Fig. 5).

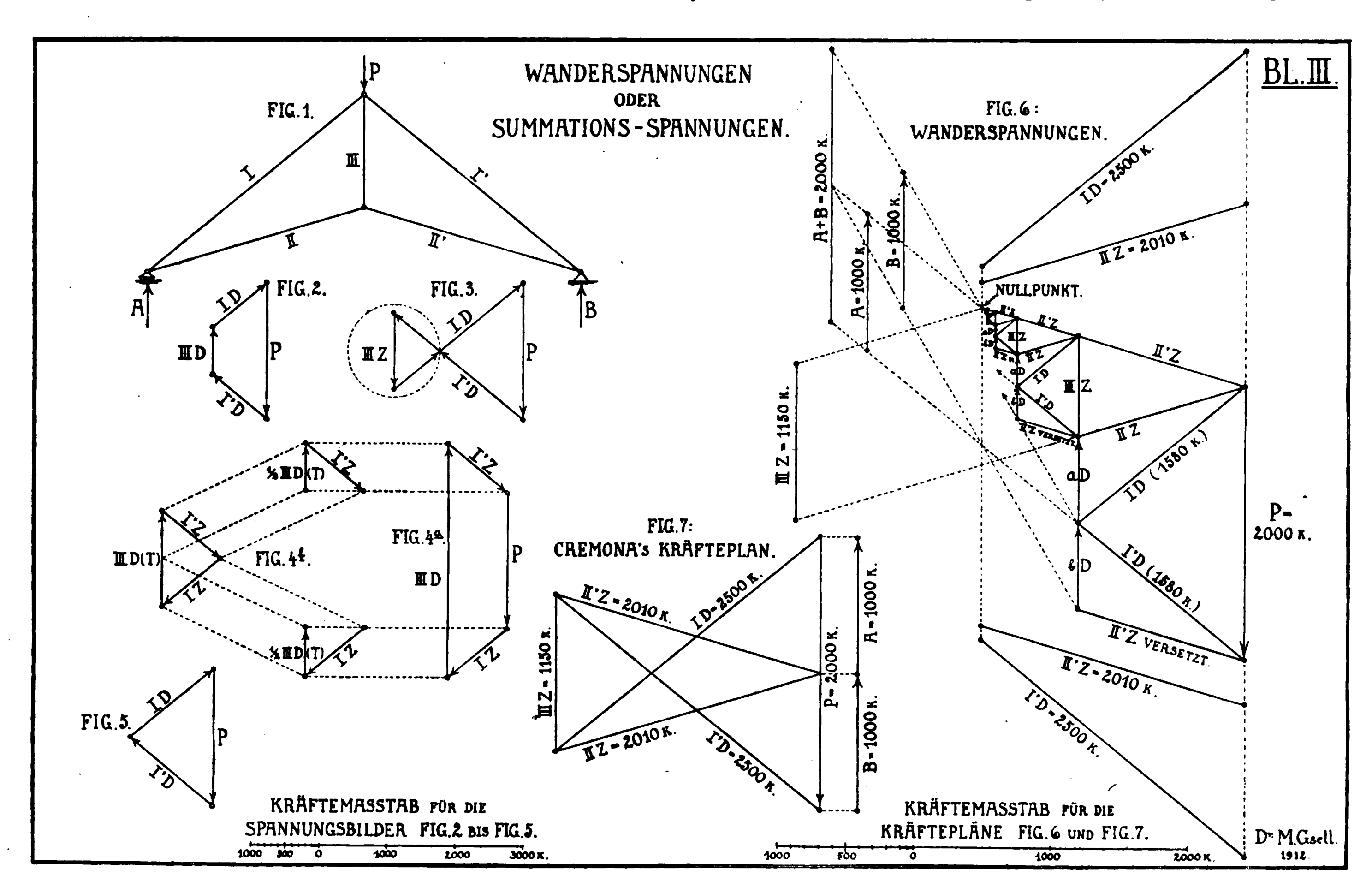
Wir wollen untersuchen, wie es sich mit diesen Gegenkräften verhält:

Die erste Kraftübernahme (Fig. 2) wäre gut denkbar. Stab *III* müßte drücken und müßte sich hierzu am unteren Knoten in *II* und *II'* Gegenkräfte suchen. Diese könnten hier natürlich nur Druckspannungen sein. Wenn die Lager des Binders auf den Mauern festgeschraubt, und diese durchaus widerstandsfähig gegen Schub wären, dann könnten die Untergurtstäbe auch ohne weiteres Druck übernehmen und weitergeben. In unserm Fall ist aber ein Lager beweglich, kann also keinen Schub aushalten, und da dies nicht möglich ist, kann der Untergurt nicht drücken, und somit kann auch der Mittelstab *III* keinen Druck übernehmen. Vielmehr muß der Untergurt den Binder gegen Zerreißen sichern, wobei er gezogen wird. Dieser Zug geht auch in den Stab *III* als Zug über. Wenn also Stab *III* ziehen muß und als Zugband angelegt wird, kann er nicht drücken. Die gedachte Gegenkraftsbildung nach Fig. 2. ist daher unmöglich.

Fall 2, Fig. 3: Hier würde Stab *III* gezogen, und diesen Zug könnte Stab *III* ja auch übernehmen, auch könnte er in *II* und *II'* Gegenzugspannungen finden, aber der Zug in *III* ist hier ganz unberechtigterweise gedacht, denn er hat keine Beziehung zur Last, sondern die Last wird allein von einem ganz bestimmten Druck in *I* und *I* im Gleichgewicht gehalten. Die Grenze ist der Ueberschneidungspunkt. Alles was rechts von diesem Ueberschneidungspunkt liegt, gehört zum Gleichgewicht für P, alles was links von ihm liegt, hält sich selbst im Gleichgewicht und hat keine Beziehung zur Last.

Fall 3, Fig. 4a und b: Die Kraftverteilung nach Fig. 4a ist ein wahrer Unsinn. Die Zugspannungen in den Obergurten *I* und *I'* haben gar nichts mit der Last P zu tun, sondern werden von einem entsprechenden Teildruck in *III* (*III D* (*T*), Fig. 4b) im Gleichgewicht gehalten, fallen also mitsamt diesem Teildruck als nicht auftretende Spannungen aus der Betrachtung aus. Danach würde dann P nur von dem noch restlichen Druck in *III* übernommen, was aber unmöglich ist, da Stab *III* überhaupt nicht drücken kann.

Fall 4, Fig. 5: Nach der vierten Kraftverteilung wird P nur von zwei Druckspannungen in den Obergurten



übernommen, Mittelstab *III* leistet dabei keine Arbeit. Hier wiederholt sich das, was ich beim zweiten Fall gesagt habe. Dort hielten sich die Kräfte rechts vom Ueberschneidungspunkt im Gleichgewicht, ohne daß eine andere Kraft mitzuwirken brauchte oder auch nur mitwirken konnte. Es waren dies die gleichen Kräfte, die wir jetzt wieder vor uns sehen. Diese Gegenkraftsübernahme ist die einzig richtige, keine andere ist möglich.

Wir wollen nun diese beiden ersten Gegenkräfte gegen die Pfettenlast weiter verfolgen und ihre Wirkungen und Gegenwirkungen untersuchen (s. Fig. 6).

Die beiden Druckspannungen ID und $I'D$ wirken durch die Länge der Obergurte gegen die Lager und verlangen hier gleich große, entgegengesetzt gerichtete Gegenkräfte. Das feste Lager kann diese in gleicher Größe und Richtung liefern, aber nicht das bewegliche.

Beim beweglichen Lager ist nur eine senkrechte Kraftübertragung möglich, so daß vom Druck in *I* nur eine senkrechte Kraft abgesetzt wird, der sich eine gleich große entgegengesetzt gerichtete Reaktion entgegenstellt. Wenn aber der schräge Druck aus *I* eine senkrechte, also anders gerichtete Kraft abgibt, dann muß noch eine andere Kraft mitwirken. Diese ist eine Zugspannung in *II*.

Der Zug in *II* muß am Mittelknoten Gegenkräfte suchen. Sie werden ihm geliefert als $II'Z$ und $IIIZ$.

Die Gegenkraft $II'Z$, die ich in der Zeichnung versetze, zieht den Druck aus I', der im ersten Augenblick in gleicher Größe und Richtung ins feste Lager übergegangen ist, in die Senkrechte, und zwar wird diese senkrechte Lagerkraft am festen Auflager derjenigen am beweglichen Auflager gleich groß.

Nun verlangt noch die Zugkraft in *III* Gegenkräfte. Sie zieht am Firstknoten, und es ist ganz selbstverständlich, daß die Gegenkräfte nur Druckspannungen in den Obergurten sein können. Die neuen Druckspannungen addieren sich zu den Druckspannungen, die schon in den Obergurten wirken.

Nun wiederholt sich der gleiche Spannungsvorgang wie vorhin: Das neue ID löst sich in aD und IIZ auf, IIZ verlangt Gegenkräfte, die von $IIIZ$ und $II'Z$ geliefert werden. $II'Z$, das ich versetze, setzt sich mit dem vorhin gebildeten $I'D$ zu einer senkrechten Lagerkraft zusammen, die genau so groß ist wie die am linken beweglichen Lager. Das neue $IIIZ$ findet wiederum in *I* und I' Gegendruckkräfte.

Wir verfolgen die Wirkungen und Gegenwirkungen weiter und sehen, daß sie immer kleiner werden und alle in einem Punkt auslaufen. Diesen Punkt nenne ich Nullpunkt.

Alle Kräfte in den gleichen Stäben addieren sich.

Die Additionen aller zueinander gehöriger Teilwirkungen werden auf einfachste Weise graphisch vorgenommen, denn alle aufeinanderfolgenden Anfangs- und Endpunkte der Teilkräfte liegen auf Parallelen, so daß wir alle Einzelkräfte bloß auf eine zu ihnen parallele Linie in Richtung dieser Verbindungsparallelen zu projizieren brauchen, um die Schlußspannungen in voller Größe zu erhalten (s. Fig. 6).

Wir sehen hier deutlich vor uns, welche Wirkungen in einem solchen Fachwerk vor sich gehen, und wie die Schlußresultate, die wir auch auf andere Art ermitteln können, sich im einzelnen zusammensetzen.

Zum Vergleich habe ich Cremonas Kräfteplan neben meine Lösung gestellt (Fig. 7), damit man sieht, daß die Schlußspannungen tatsächlich die gleichen sind.

Ich nenne solche Spannungen, die ihre Einflüsse so lange durch verschiedene Stäbe hindurchwandern lassen, bis sie sich in einen Nullpunkt ausgelaufen haben, Wanderspannungen, und da in jedem Stabe nur Druck- bzw. Zugspannungen herrschen, die sich addieren, können sie auch Gleichnamige Wanderspannungen genannt werden. Wegen der Additionen der Einzelkräfte kann man sie auch Summationsspannungen nennen.

Die Wanderspannungen würden in der gezeichneten Größe auftreten, wenn die Last *P* plötzlich aufgelegt würde. In Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall, sondern zuerst werden die Pfetten und Sparren aufgebracht, dann die Latten oder die Schalung und zum Schluß jeder Dachziegel oder Schiefer einzeln. Jedesmal, wenn eine solche Teillast auf den Binder wirkt, sausen die Wanderspannungen durch die Stäbe und bilden durch ihre Summation ihre jeweiligen Einzel-Schlußspannungen. Sind alle Lasten aufgelegt und sind die Reaktionen in voller Größe gebildet, dann hören die Wanderungen auf und es bleiben in den Stäben nur die Haupt-Schlußspannungen als konstante Spannungen. Wenn aber ein Windstoß auf das Dach wirkt, treten plötzlich neue Wanderungen in voller Größe auf, deren Wirkungen wieder verschwinden, wenn der Wind aussetzt.

Ich habe eben nur die Kräfte weiter verfolgt, die sich als neue ergeben haben und habe dann zum Schluß graphische Additionen aller Kräfte vorgenommen.

Wir können auch anders verfahren, indem wir, von Knoten zu Knoten weitergehend, immer alle Kräfte zusammenfassen, die sich bis zu dem jeweiligen Spannungsaugenblick ergeben haben. Dazu brauchen wir aber mehr Zeichnungen (s. Blatt IV).

Wir sehen in Fig. 2a den ersten Spannungsumlauf, wie er vom vorigen Blatt bekannt ist ($IIIZ_1 =$ dem ersten $IIIZ$ in Fig. 6, Blatt III).

Ich will diesen Kräfteplan in etwas anderer Form zeichnen (Fig. 2b), wobei doch alles gleich bleibt, und zwar weil auf diese Art zum Schluß ein Kräfteplan entsteht, der Ihnen, m. H., bekannt ist.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Kräfteplänen liegt darin, daß ich in Fig. 2a den Druck in *I* links um den Lagerknoten herum nach *a* und *II*, während ich ihn in Fig. 2b rechts um das Lager nach *II* und *a* aufgelöst habe.

Die beiden Kräftepläne sind in dieser Form unfertig, denn der ermittelte Zug im Mittelstab *III*: $IIIZ_1$ erzeugt weitere Spannungen, und zwar Drucke in den Obergurten.

Ich will also, wie gesagt, alle neu ermittelten Kräfte mit allen alten zusammenfassen.

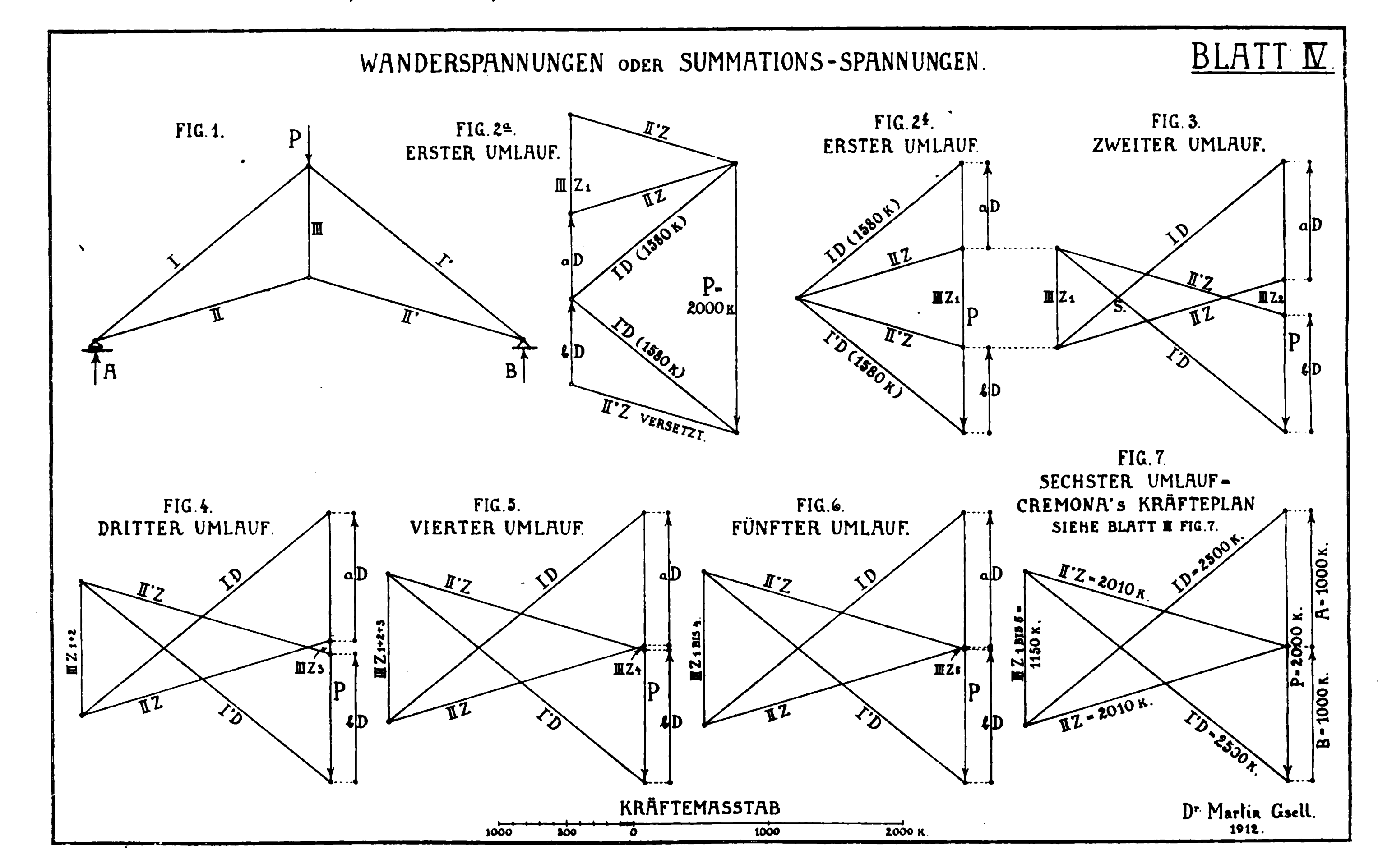
Ich muß daher jetzt am Firstknoten, denn bis zu diesem sind wir wieder gelangt, die neue Kraft $IIIZ_1$ und die vorhin schon ermittelten Druckspannungen in *I* und I' mit der Belastung *P*, durch welche die letzteren erzeugt wurden, zu einem Kräftebild vereinigen.

In Fig. 3 ist alles zusammengestellt. Man sieht, wie die Last *P* von den bereits bekannten Druckspannungen in *I* und I' im Gleichgewicht gehalten wird und welchen Druck auf *I* und I' der Zug $IIIZ_1$ ausübt. Der Ueberschneidungspunkt *S* bildet die Grenze. Jetzt ergänze ich das Kräftebild durch Einsetzen von *II* und II', wobei sich deren Vergrößerung und ein zweiter Zug in Stab *III* $= IIIZ_2$ ergibt.

In Fig. 4 fasse ich die beiden Zugspannungen in *III*: $IIIZ_{1+2}$ mit der Last *P* und den Ober- und Untergurten zusammen. Die Drucke in den Obergurten und die Zugspannungen in den Untergurten sind abermals größer geworden, auch hat sich ein dritter Zug in *III*: $IIIZ_3$ ergeben.

In Fig. 5 nehme ich alle drei Zugspannungen in Stab *III*: $IIIZ_{1+2+3}$ zusammen usw.

Die neuen Zugspannungen in Stab *III* werden immer kleiner, ihre weiteren Wirkungen demgemäß auch immer geringer. Allmählich wird der neue Zug in *III* (s. Fig. 7) so gering, daß wir ihn zeichnerisch gar nicht mehr darstellen können. Wenn wir trotzdem immer neue Kräftepläne zeichnen, also auf Fig. 7: Fig. 8, 9, 10 usw. folgen ließen, dann würden sich alle gleich bleiben.



Sehen wir den letzten Kräfteplan dieses Blattes (Fig. 7) etwas näher an, so wird er uns recht bekannt vorkommen, denn er ist Cremonas Kräfteplan, der auch auf dem vorigen Blatt gezeichnet war.

In Cremonas Kräfteplan sind also in einem einzigen Spannungsbild alle Schlußspannungen enthalten, so daß keine nachträglichen Additionen mehr gemacht zu werden brauchen.

Der Unterschied zwischen meiner Rechnungsart und den anderen ist der, daß ich die Wirkungen der Pfettenlasten, von Knoten zu Knoten vorgehend, unmittelbar verfolge und ihnen auf allen Wegen nachgehe, bis sie sich ganz in die Lager aufgelöst haben. Dies geschieht hier nicht plötzlich, auch nicht in einem geraden Kräftezug, sondern auf Umwegen und durch Summation.

Die anderen Statiker arbeiten nicht direkt und vorwärts, wie ich es hier getan habe, sondern rückwärts, von unten herum, mit Hilfe der fertigen Reaktionen. Die Berechtigung ihrer Lösungen bleibt aber unbestritten.

Man wird mich fragen, ob ich mein graphisches Verfahren bei der Berechnung der gezeichneten Dachbinder auch allgemein von anderen angewandt wissen möchte. Dies verneine ich entschieden. Meistens arbeite ich selbst ebenso wie die anderen Statiker. Nur in besonderen Fällen können meine Wanderspannungen in die Rechnung eingesetzt werden, z. B. brauchte ich sie bei einem Kapitel meiner Habilitationsschrift [3]). Meine Lösungen sind nicht für die Allgemeinheit, sondern nur für diejenigen, die ein wirkliches Interesse an den Spannungsvorgängen im Fachwerk haben.

Wanderspannungen treten auf in allen Bindern mit hochgezogenem Untergurt, die ein bewegliches und ein festes Lager haben (s. Blatt II, Fig. 1—4), und zwar wirken die Wanderspannungen in den Obergurten O, den Untergurten U und den Mittelgurten M, während die Füllungsstäbe F von ihnen unberührt bleiben.

Mittelgurte nenne ich solche Zwischenstäbe, die zur Wahrung der äußeren Form eines Systems und zur Erhaltung seines Gleichgewichts unbedingt nötig sind, während Füllungsstäbe auch ausgelassen werden können, ohne daß das System zusammenbricht.

Die Wanderspannungen sind um so größer und wirken um so länger, je kleiner die Winkel zwischen Obergurten und Untergurten sind.

Zweites Kapitel.

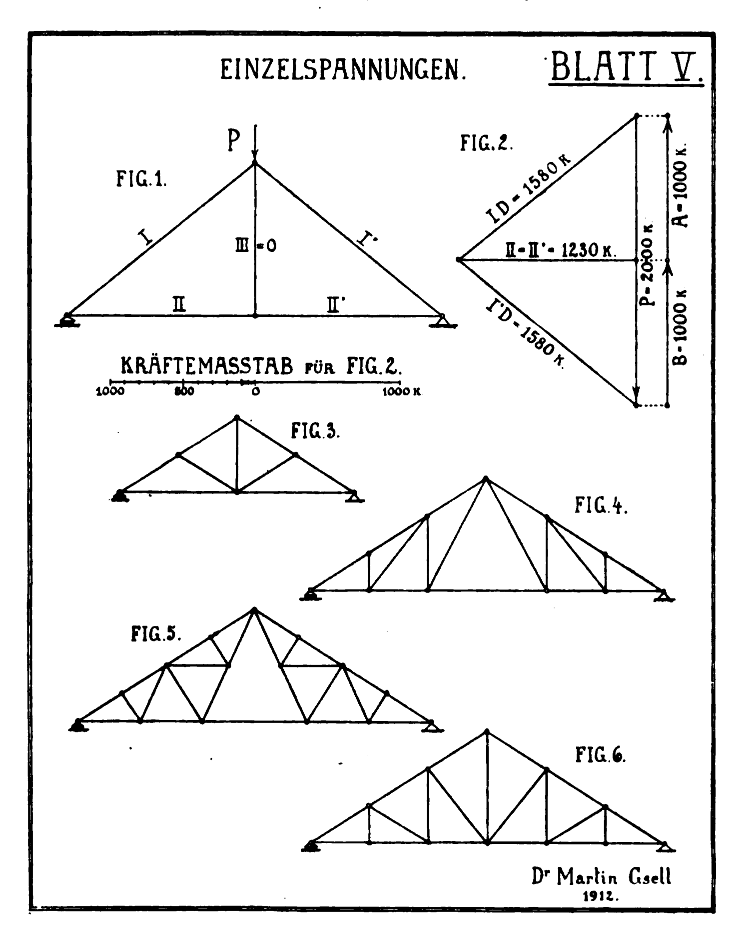
Geben wir durch Anlage horizontaler Untergurte den Horizontalschüben an den Lagern die Möglichkeit, sich sofort gegenseitig ins Gleichgewicht zu setzen, dann treten keine Kräftewanderungen auf (s. Blatt V, Fig. 1—6).

Bei solchen Fachwerken sind die Spannungen in den Obergurten geringer, als bei denen mit hochgezogenem Untergurt, und zwar um so viel, als bei diesen durch die Kraftwanderungen hinzukommt, denn die fallen hier völlig fort. Wenn wir also den Dachstuhl, bei dem ich die Wanderspannungen gezeigt habe, mit einem solchen von gleicher Dachneigung und horizontalem Untergurt vergleichen (s. Blatt V, Fig. 1—2), dann sehen wir, daß die Druckgegenkräfte in I und I' bei horizontalem Untergurt genau so groß sind, wie die ersten Gegenkräfte in I und I' bei hochgezogenem Untergurt. Diese hatten dort die Wanderspannungen erzeugt, hier aber lösen sie sich in senkrechte Lagerkräfte und horizontale Kräfte auf, welch letztere sich sofort im Gleichgewicht halten. Dabei bilden sich die Reaktionen in ganzer Schlußgröße.

Ich nenne solche Spannungen, die in ihrer Ursprungsgröße bleiben und keine nachträglichen Kraftvermehrungen oder Kraftverringerungen erfahren: Einzelspannungen.

Solche Einzelspannungen treten auch in den Bindern mit hochgezogenen Untergurten auf, und zwar in allen

[3]) Siehe Heft 6, Spalte 635 und 636, Aufgabe 5 in oben genannter Veröffentlichung, oder im Sonderdruck, Seite 16.



Füllungsstäben F, die von den Kraftwanderungen in Ober-, Unter- und Mittelgurten unbeeinflußt sind (s. Blatt II, Fig. 1—4).

Drittes Kapitel.

Nehmen wir den Untergurt in einem Winkel unter der Horizontalen an (s. Blatt VI, Fig. 1) und besehen uns dann das Kräftespiel. Wer statisch vorgebildet ist, weiß, daß die Druckspannungen in den Obergurten, die Zugspannungen in den Untergurten und die Zugspannung im Mittelgurtstab in diesem Fall sehr viel geringer sind als bei hochgezogenem Untergurt, auch geringer als bei horizontalem Untergurt, während die Spannungen in den beiden Streben, den einzigen Füllungsstäben dieses Systems, sich stets gleich bleiben, wenn die Richtungen von Obergurten und Pfosten die gleichen sind.

Wir wollen nun nach meinem graphischen Verfahren untersuchen, wie die Kräfte in diesem Fachwerk laufen und welche die Gründe sind, weshalb die Spannungen bei Untergurten unter der Horizontalen so sehr viel kleiner sind als bei Untergurten über der Horizontalen.

Die Mittelpfettenlasten P_2 und P_4 werden übernommen von Gegendrucken in I und V bzw. I' und V', während II und II' keine Arbeit gegen diese Lasten leisten (Fig. 2).

Die Streben V und V' werden also durch die Pfettenlasten gedrückt. Sie stemmen sich gegen den unteren Knoten und erzeugen in Stab IV eine Zugspannung.

Der Zug in IV hängt sich an den Firstknoten und sucht an ihm Gegenkräfte, auch muß die Last P_3 am First im Gleichgewicht gehalten werden. Gegen diese beiden Wirkungen stehen als Gegenkräfte Drucke in den Obergurten zur Verfügung, was in Fig. 2 dargestellt ist.

Die Druckspannung in II wirkt durch den Knoten bei P_2 auf I. Der Druck in I von P_2 wird also verstärkt. Ebenso vergrößert sich der Druck in I' von P_4 aus um die gleiche Kraftgröße.

Die vereinigten Druckspannungen in den Obergurten I und I' wirken am anderen Ende gegen die Lagerknoten. Wir wollen ihre Einflüsse im Gesamten verfolgen.

Ich will jedoch wiederholen, was ich vorhin bei den Wanderspannungen gesagt habe, daß die Kräfte nicht in dieser Größe wirken, sondern als viel kleinere Spannungen, je nach der allmählichen Belastung der Binder durch Pfetten, Sparren, Latten, Dachziegel usw. Da es aber unmöglich ist, Hunderte von Kräfteplänen zu zeichnen und die gefundenen Spannungen zu addieren, so nehme ich alle zusammen und verfolge ihre Wirkungen im ganzen. Die Schlußspannungen *sind die gleichen.*

Die Druckspannungen aus I' *gehen* in gleicher Größe und Richtung durch das feste *Lager in* die Mauer und finden hier, wenn keine störenden Einflüsse auftreten, eine gleich große, entgegengesetzt gerichtete Gegenkraft. Die Druckspannungen aus I gegen das bewegliche Lager wollen ebenfalls in gleicher Größe und Richtung in die Mauer übergehen, doch ist dies nicht möglich, weil das bewegliche Lager nur senkrechte Kräfte durchläßt und unter dem Einfluß des Schubes, der hier vorhanden ist, abrollen will. Das Abrollen wird verhindert durch Stab III, der das bewegliche mit dem festen Lager verbindet. Dadurch wird III gezogen, und zwar muß III soviel Zug leisten, daß der schräge Druck aus I in die Senkrechte gezogen wird. Diese senkrechte Kraft geht dann durch das bewegliche Lager in die Mauer.

Die weitere Kraftverteilung ist folgende: Der Zug in III, Fig. 2, muß sich am Mittelknoten Gegenkräfte suchen. Die Stäbe V und V' können solche nicht leisten, da sich am anderen Ende dieser Streben keine normalen Gegenkräfte bilden können, denn die Obergurte gehen in einer Geraden durch, und solche Stäbe müßten, wenn sie Gegenkräfte liefern, gebogen werden. Zur Lieferung von Gegenkräften gegen die genannte Zugspannung in III stehen daher nur die Stäbe III' und IV zur Verfügung. Dabei wird III' gezogen und IV wird gedrückt (s. Fig. 2).

Der Zug in III' zieht am festen Lager und lenkt den Druck aus I', der, wie ich sagte, in gleicher Größe und Richtung weitergeht, ab. Ich zeichne die Resultierende dieser beiden Kräfte und versetze zu diesem Zweck die Zugspannung in III', Fig. 2, so daß sie an der Summe der Druckspannungen in I' angreift. Dann erhalte ich eine senkrechte Gegenkraft gegen beide im festen Lager, und zwar ist dieser Lagerdruck bei B genau so groß wie der am beweglichen Lager bei A, weil die Ursprungskräfte auch gleich große sind. Also $b\,D = a\,D$.

Wir beschäftigen uns jetzt weiter mit dem Druck in IV, der vorhin ermittelt wurde, Fig. 3: Ein Druck in IV hätte ohne weiteres einen Zug in den Obergurten II und II' zur Folge. Ein Zug in II und demnach auch in I würde im beweglichen Lager A Zug und im Untergurt III Druck erzeugen. Ein Druck in III hätte einen Gegendruck in III' und einen Zug in IV zur Folge. Dies wären die Spannungen beim zweiten Umlauf.

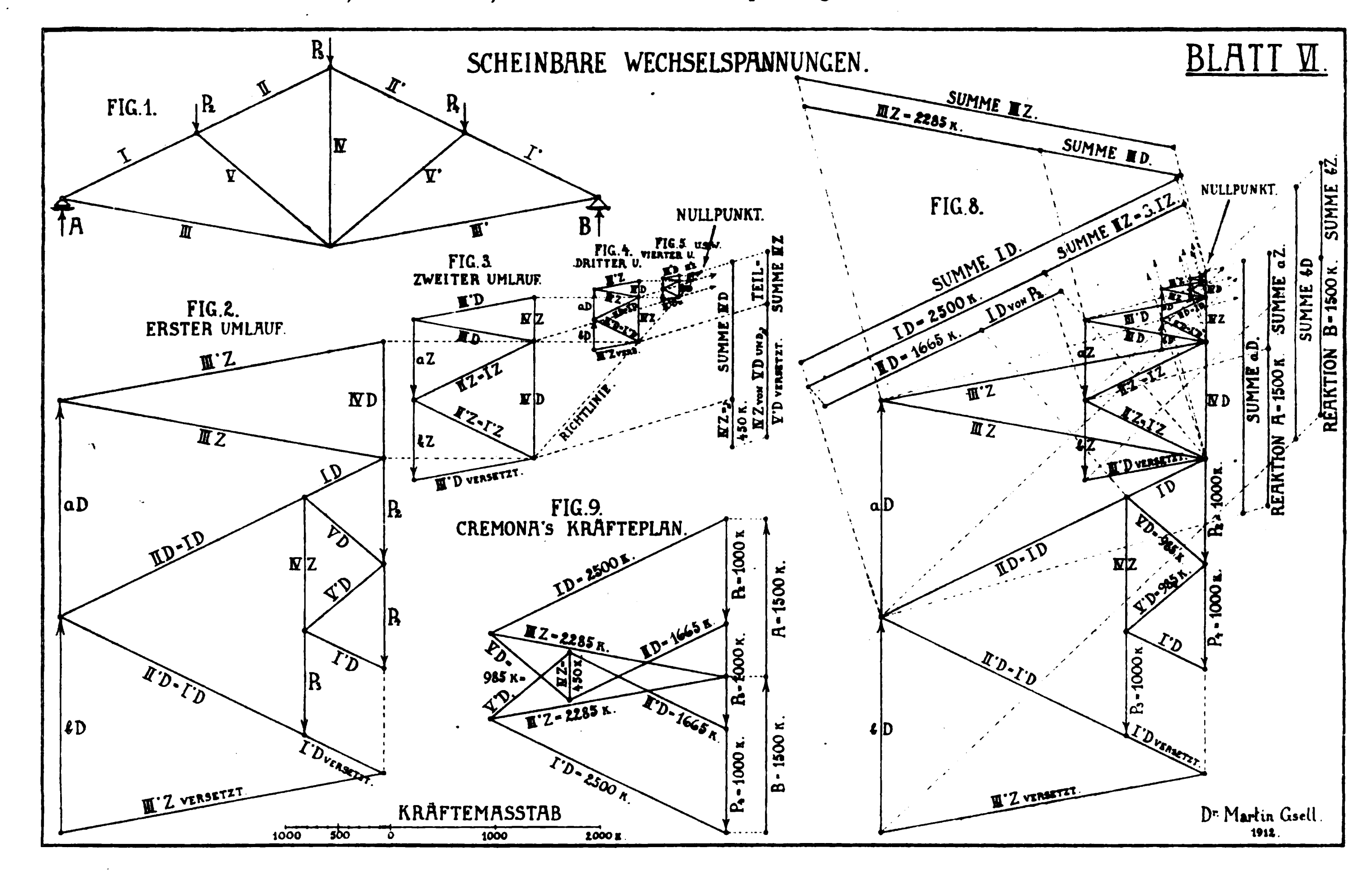
Dritter Umlauf, Fig. 4: Ein Zug in IV würde, wie beim ersten Umlauf, in den Obergurten Druck erzeugen, also würden II und II' und I und I' gedrückt. ID würde Druck im beweglichen Lager und Zug im Untergurt III bewirken, Zug in III hätte Zug in III' und Druck in IV zur Folge.

Vierter Umlauf, Fig. 5: Druck in IV würde erzeugen: Zug in den Obergurten, Zug im beweglichen und festen Lager, Druck in den Untergurten, Zug im Mittelgurt. Der vierte Umlauf wäre also ein verkleinertes Bild des zweiten.

Der fünfte Umlauf wäre ein verkleinertes Bild des dritten.

Der sechste Umlauf ein verkleinertes Bild des vierten und zweiten usw.

Allmählich hört jedoch für uns die Möglichkeit, weitere Kraftumläufe zu zeichnen, auf, weil die Kräfte zu klein werden.



Man kann auch alle Umläufe in einer Figur zusammenfassen (Fig. 8 auf Blatt VI). Ebenfalls kann man, wie bei den Wanderspannungen, graphische Additionen vornehmen, indem man alle Druckspannungen und alle Zugspannungen addiert und die Differenzen bildet. Diese sind die Schlußspannungen. In dem Kräftebild Fig. 8 sind die graphischen Additionen für alle Stäbe und die Reaktionen möglich, ausgenommen für Stab IV, denn die Druck- und Zugkräfte in IV liegen hier auf einer Geraden und lassen sich deshalb nicht zusammenfassen. Man kann aber die graphischen Additionen für IV aus den vorigen Kräftebildern herausziehen, wenn man die einzelnen Kraftumläufe Fig. 2—5 usw. bis zum Nullpunkt an eine gerade Richtlinie setzt, was hier geschehen ist.

Wenn meine Ausführungen richtig waren, dann wechseln also in den Stäben Druck- und Zugspannungen.

Ueberlegen wir uns doch einmal, ob diese verschiedenen Spannungen überhaupt möglich sind! Der erste Spannungswechsel würde am unteren Mittelknoten dadurch auftreten, daß Stab IV, der von den Strebendrucken V und V' gezogen wird, nach dem ersten Spannungsumlauf plötzlich gedrückt werden soll. Die Schlußspannung ist, wie Sie, m. H., nachher sehen werden, Zug. Stab IV wird also als Zugstab angelegt und erhält Stangen- oder Bandquerschnitt. Ein Zugstab kann aber keinen Druck übernehmen, sondern knickt aus. Damit wird die Druckübertragung unmöglich, auch kann ein bewegliches Lager keinen Zug nach oben übernehmen usw. Demnach ist alles, was ich über diese Wechselspannungen gesagt und gezeichnet habe, also alles vom zweiten Umlauf an, ein praktisch unmögliches Gedankengebilde. Stab IV kann nicht drücken.

Die Lösung ist folgende:

In Stab IV herrscht vom ersten Umlauf her Zugspannung (aus VD und $V'D$). Wenn nun, nachdem die Wirkungen dieses Zuges durch den Obergurt an das bewegliche Lager und in den Untergurt gelangt sind, und im Untergurt Zug entsteht, dieser Zug im Mittelstabe Druck erzeugen will, dann ist der Druck an sich zwar nicht möglich, aber er zieht sich von der in IV herrschenden Zugspannung sofort ab, so daß nur noch ein kleiner Zug in IV verbleibt. **Diese beiden verschiedenen Kräfte fließen also ineinander über, und es bildet sich in Stab IV eine Differenz!**

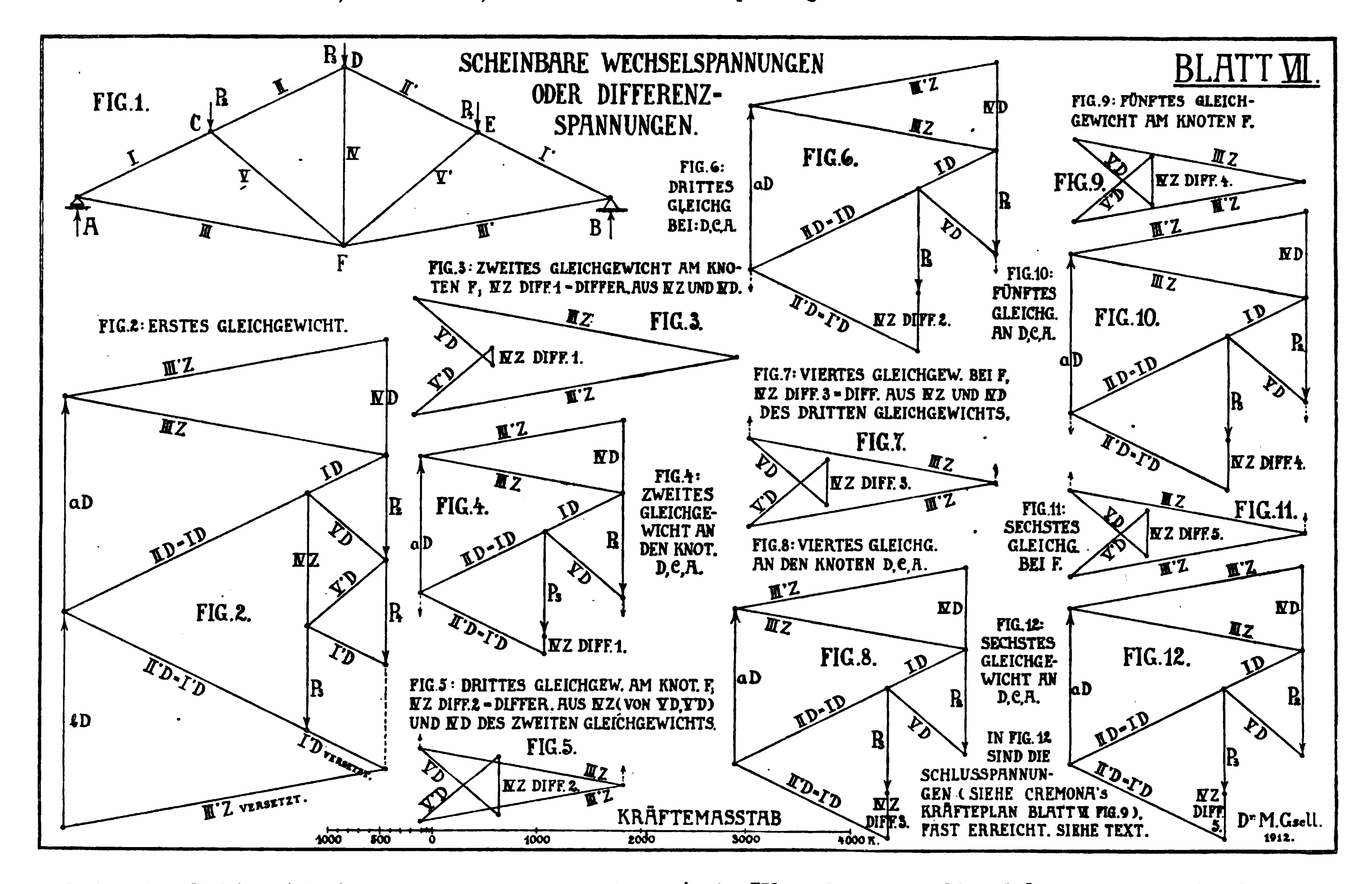
VD und $V'D$ erzeugen in IV Zug } Der Zug ist größer als
$IIIZ$ und $III'Z$ erzeugen in IV Druck } der Druck, die Differenz ist also Zug,

und dieser kleine Zug muß die 4 genannten Kräfte im Gleichgewicht halten.

Wir wollen uns auf Blatt VII dieses Gleichgewicht besehen: Der erste Kräfteumlauf (Fig. 2) ist der gleiche geblieben wie auf Blatt VI. Fig. 3 zeigt nun das zweite Gleichgewicht am unteren Mittelknoten F. Ich setze die sechs bekannten bzw. ermittelten Kräfte zusammen und sehe, daß die Differenz der beiden verschiedenen Spannungen in IV, ein kleiner Zug: $IV Z$ Diff. 1 tatsächlich Gleichgewicht hält.

Der Zug im Zugstab IV ist natürlich möglich. Er verändert aber alle Spannungen in seinem Einflußgebiet. Zuerst erzeugt er ein anderes Gleichgewicht am Firstknoten. Gegen die erste große Zugkraft in IV mußten große Druckspannungen in den Obergurten auftreten. Diese verringern sich jetzt im Verhältnis zur Verkleinerung der Zugkraft in IV. Das zweite Gleichgewicht am First ist aus Fig. 4 zu ersehen. So ändert sich auch das Gleichgewicht am Knoten C bei P_2 und am Lager A. Danach wird die Zugkraft im Untergurt, die vorher wegen der starken Druckspannung im Obergurt groß gewesen ist, jetzt, nachdem auch die Obergurtdrucke geringer geworden sind, schwächer (s. Fig. 4).

Wir treten in einen neuen Spannungsaugenblick ein. Die schwächere Zugkraft in III muß mit den unveränderten Strebendrucken V und V' und den beiden anderen



Stäben ins Gleichgewicht kommen (s. Fig. 5). Da jetzt der Zug im Untergurt *III* geringer ist als beim ersten Spannungsumlauf, so wird auch sein Druckeinfluß auf Stab *IV*: *IVD* in Fig. 4, geringer als vorher. Das Ergebnis muß also ein Zug: *IVZ* Diff. 2, Fig. 5 sein, der größer ist als der vorhin ermittelte Restzug *IVZ* Diff. 1.

Mit diesem neuen Zug in *IV*: *IVZ* Diff. 2 muß die Ermittelung weitergeführt werden. Ich bilde zunächst am First das neue Gleichgewicht (Fig. 6). Die abermals veränderten Spannungen im Obergurt löse ich am Lager auf usw.

Wenn wir in dieser Weise fortfahren, werden wir sehen, daß die Kraftepläne sich allmählich immer gleicher werden. In Fig. 12 sind die Schlußspannungen schon ziemlich genau erreicht, noch genauer wäre dies im nächsten Kräftebild der Fall, von da ab würden sich aber keine Veränderungen mehr zeigen. Die Schlußspannungen sind natürlich dieselben wie in Cremonas Kräfteplan.

Solche Spannungsbilder sind Ihnen, meine Herren, ungewohnt. Ich will sie deshalb in einer anderen Form geben, die unmittelbar auf Cremonas Plan überleitet. Auf Blatt VIII stelle ich die Spannungen meines ersten Kräfteplans, der in Fig. 1a nochmals gezeichnet ist, in Fig. 1b in anderer Form zusammen dadurch, daß ich hier den Druck aus *I* rechts um den Lagerknoten nach *III* und *a* auflöse, während ich ihn in Fig. 1a links um das Lager nach *a* und *III* zerlegt habe. Wir sehen hier den Zug in *IV*, der als Gegenkraft gegen die Strebendrucke auftritt, und den Druck in *IV*, wie er sich aus der Zugspannung des Untergurtes *III* ergibt. Beide Spannungen in *IV* fließen zusammen, die Differenz ist ein kleiner Zug.

Diesen Zug: *IVZ* Diff. 1 lasse ich im Verein mit den Pfettenlasten auf den Dachstuhl wirken und erhalte den zweiten Spannungsumlauf (Fig. 2).

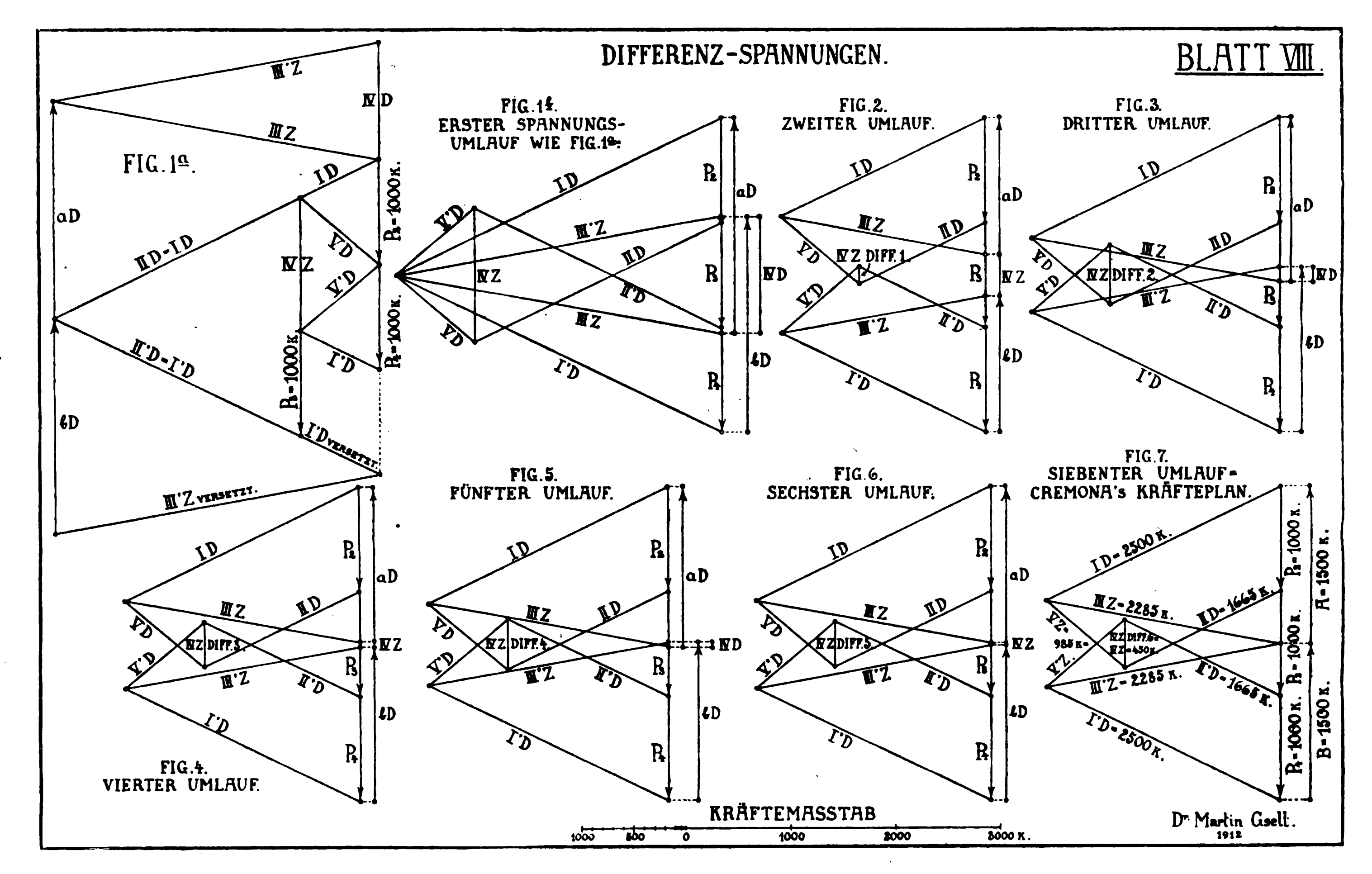
Der zweite Umlauf löst sich aber nicht zu völligem Gleichgewicht auf, sondern es entsteht noch ein neuer Zug in *IV*. Ich sagte vorhin, daß dieser Zug daher kommt, daß der konstante Zugeinfluß der Streben auf Stab *IV* größer ist als der Druckeinfluß des verringerten Untergurtzuges *III*, denn der Zug in *III* ist jetzt kleiner als er beim ersten Umlauf gewesen war. Die neue Zugkraft in *IV* addiert sich zu der vorigen, *IVZ* Diff. 1. Die Summe beider ist *IVZ* Diff. 2. Ich nenne diese letztere Summe trotzdem „Differenz", weil sie die Differenz aller bisherigen Druck- und Zugspannungen ist.

Mit diesem *IVZ* Diff. 2 zeichne ich einen neuen Kräfteplan: Fig. 3. Darin verändern sich wieder alle Spannungen, außer den Strebendrucken, also auch die Untergurtspannungen. Diese sind jetzt größer als im vorigen Fall, also ist ihr Druckeinfluß auf den Mittelstab auch größer als vorhin, und zwar bildet sich jetzt ein Restdruck.

Da Druck und Zug ineinander fließen, bilde ich die Differenz dieser beiden $=$ *IVZ* Diff. 3 und stelle mit ihr einen neuen Kräfteplan dar: Fig. 4. Die auch hier entstehende, noch weiter aufzulösende Restkraft ist ein kleiner Zug in *IV*. Die beiden Zugspannungen in *IV* addiere ich und erhalte: *IVZ* Diff. 4 usw.

Man sieht aus den aufeinanderfolgenden Kräfteplänen, daß die jedesmal entstehende, noch aufzulösende Restkraft wechselnd Druck und Zug ist und daß sie immer kleiner wird, bis zum Schluß im Kräfteplan Fig. 7 sich keine Restkraft mehr bildet. Hier treffen sich die beiden Kraftlinien der Untergurtspannungen *III* und *III'* auf der senkrechten Lastlinie, so daß jetzt, mit der letzten Spannung in *IV*, es ist dies *IVZ* Diff. 6, das volle bleibende Gleichgewicht erreicht ist. Dieser letzte Kräfteplan der ganzen Entwickelungsreihe ist Cremonas Kräfteplan (s. Blatt VI, Fig. 9) gleich. Die Summe der beiden Lagergegenkräfte, der sogenannten Reaktionen, ist hier restlos gleich der Summe der Dachlasten.

Der Grundgedanke des dritten Kapitels ist folgender:



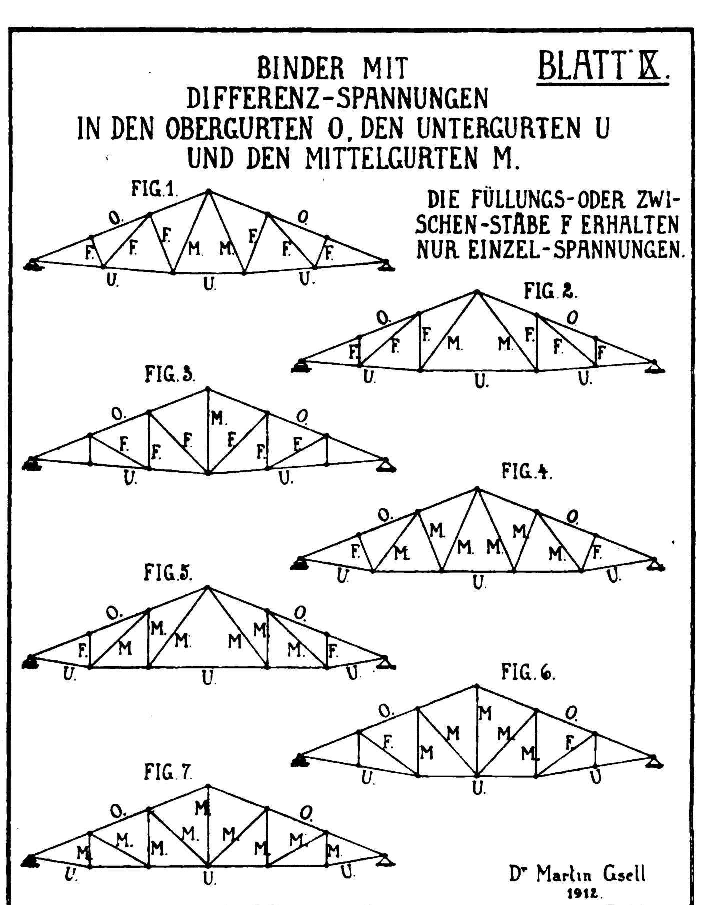
In dem gezeichneten Fachwerk mit Untergurten unter der Horizontalen lösen sich die Pfettenlasten nicht direkt in die Lager auf, wie bei solchen mit horizontalen Untergurten, sondern es entstehen Kraftkämpfe, die darin bestehen, daß Druck- und Zugspannungen zugleich in denselben Stäben auftreten wollen. Beide Spannungen können aber nicht zugleich in denselben Stäben wirken, sondern fließen sofort ineinander über und bilden Differenzen. Die Differenzen üben weitere Wirkungen aus. Die verbleibenden Kräfte sind aber immer von der gleichen Spannungsart, und zwar herrscht in den Obergurten Druck, in den Untergurten Zug und im Mittelstab Zug, sie ändern nur ihre Größen, bis Gleichgewicht besteht.

Im vorliegenden Fachwerk hatten nur die beiden Streben V und V', die einzigen Füllungsstäbe in diesem Beispiel, stets gleichen Druck erfahren.

Ich nenne die Spannungen, bei denen wechselnd Druck und Zug oder umgekehrt Zug und Druck zur ersten Spannung hinzukommt, wobei aber doch die erste Spannungsart bestehen bleibt, also ohne daß ein völliger Wechsel eintritt, scheinbare Wechselspannungen[4]), und da die Kräfte in den Stäben so lange wandern, bis völliges Gleichgewicht entstanden ist, so nenne ich sie auch scheinbare Wanderwechselspannungen, zum Unterschied von den gleichnamigen Wanderspannungen. Da sich in den Stäben Differenzen bilden, so können wir sie auch einfach Differenzspannungen nennen, entsprechend den gleichnamigen Wanderspannungen, die auch Summationsspannungen genannt wurden.

Differenzspannungen treten in den Bindern auf Blatt IX auf, und zwar in den Obergurten O, den Untergurten U und den Mittelgurten M, während die Füllungs- oder Zwischenstäbe F bei diesen Beispielen mit geraden Obergurten nur unveränderliche Einzelspannungen erhalten.

[4]) Ueber wirkliche Wechselspannungen werde ich mich später einmal äußern.



Die Differenzspannungen haben, wie auch die Summationsspannungen, nur Interesse für den statisch Gebildeten, der bestrebt ist, alle Gesetze zu erforschen und

allen Wirkungen und Gegenwirkungen nachzuspüren. Nur wenn ihm diese völlig klar vor Augen sind, wird es ihm möglich sein, auch praktische und theoretische Fragen, die bisher ungelöst waren, zu beantworten. Ich glaube auch, daß es für Leute der Wissenschaft nicht uninteressant sein wird, zu sehen, wie von den Rechnungsarten, die man seit Jahrzehnten anwendet, und durch die man wie durch ein Wunder die gewünschten Resultate erhält, die geheimsten Schleier gelüftet werden, so daß man die wirklichen inneren Vorgänge, die Seele der Spannungen erkennt.

Die finanziellen Ergebnisse von Frankreichs Eisenbahnen im Kriege.

Von Bruno Simmersbach, Hütteningenieur (Wiesbaden).

Der französische Staat hat wiederholt, unter fast allen Regierungsformen, welche Frankreich seit Beginn der Bahnbauten durchgemacht hat, die großen Eisenbahngesellschaften finanziell unterstützt, aber dennoch ist es ihm bisher noch nicht gelungen, einen entscheidenden Einfluß auf ihren Betrieb und ihre Verwaltung zu gewinnen. Während der Staat nur in geographisch und wirtschaftlich inferioren Gebieten ein bescheidenes Bahnnetz mit ständigem Verlust betreibt, haben die privaten großen Gesellschaften die Herrschaft über die wichtigsten Eisenbahnnetze und damit tiefgreifenden Einfluß auf die kulturelle Entwickelung des Landes. Es ist zweifellos ein Zeichen der Schwäche des französischen Staatslebens, daß die Eisenbahnen Frankreichs noch immer in den Händen einzelner Privatleute sich befinden. Wohl ist weitgehende Zentralisation das Merkmal des gesamten französischen Eisenbahnnetzes mit seinem zentralen Kulminationspunkt Paris, und ebenso ist die völlige Gleichmäßigkeit der Netzesmaschen ein geographischer Grundzug, aber sehr viele Linien tragen in jenem Lande doch überwiegend strategischen Charakter. Zudem fehlt in Frankreich die Größe der modernen Mehrproduktion an Kulturerzeugnissen, es fehlen die Ueberschußgüter, welche die deutschen Bahnen so schnell haben wachsen lassen. Trotzdem ist jedoch die französische Eisenbahnpolitik, fast vom ersten Bau der Eisenbahnen an, eine äußerst planvolle gewesen, wenn sie auch in bezug auf Verkehr immer nur eine bescheidene Rolle ausüben konnte. Dies zeigt sich auch heute noch überall in Frankreich; um nur ein kurzes Beispiel anzuführen, seien hier die Jahre 1909, 1910 und 1911 herausgegriffen. In jener Zeit haben sich in Deutschland die Ausgaben im Verhältnis zu den Einnahmen günstiger gestaltet, in Frankreich dagegen ungünstiger. Der Betriebskoeffizient ist in Deutschland in der gleichen Zeit von 70,66 auf 65,86 oder um 6,8 % gesunken, in Frankreich aber von 59,44 auf 63,21 oder um 6,3 % gestiegen. Der kilometrische Ueberschuß ist bei den deutschen Bahnen um 4252 M. oder 30 % gestiegen, bei den französischen Bahnen dagegen um 616 M. oder um 5 % zurückgegangen. Dementsprechend hat sich in derselben Zeit auch die Eisenbahnrente entwickelt, die in Deutschland um 26,1 % stieg, in Frankreich um 6,5 % fiel. Diese Rente betrug im Jahre 1911 in Deutschland 6,29 % des durchschnittlichen Anlagekapitals, in Frankreich aber nur 3,62 %; übrigens in England auch nur 3,68 %.

Wenden wir uns nunmehr der finanziellen Entwickelung der französischen Eisenbahnen während des Krieges zu. Der innere Aufbau Frankreichs in all seinen wirtschaftlichen Grundlagen hat sich zu allen Zeiten dadurch von dem anderer Staaten unterschieden, daß er zumeist rascher und vor allem auch plötzlicher verändert wurde. Es ist zweifellos, daß hier geographische Momente fördernd mitwirken, besonders auch bei dem Entwurf des Eisenbahnnetzes. Die Natur des Landes fördert eben die Zentralisation mehr als in irgendeinem anderen Lande Westeuropas, und doch wiederum ist in Frankreich der Einfluß der großen Städte, mit Ausnahme von Paris, nicht allzu bemerkbar. So behalf sich Marseille lange Zeit, ebenso wie Le Havre, mit nur einer einzigen Bahnverbindung.

Während nun über die Betriebsergebnisse der fünf großen französischen Privateisenbahngesellschaften regelmäßig ausführliche Angaben zur Veröffentlichung gelangt sind, ist dies nicht der Fall für den Betrieb der französischen Staatsbahnlinien, und zwar sowohl für das alte Staatsbahnnetz als auch für das zurückgekaufte frühere Westbahnnetz. Das alte Netz besitzt eine mittlere Betriebslänge von 3005 ^{km} und das Netz der früheren Westbahn eine solche von 6023 ^{km}. Diese beide Bahnlinien müssen also, mangels vorliegender Angaben, aus den nachfolgenden Betrachtungen ausscheiden.

Von den fünf großen privaten französischen Verkehrsnetzen war im Frieden bisher stets die Nordbahngesellschaft die am besten rentierende, sie hat auch die in der Konvention vom Jahre 1893 vom französischen Staate den einzelnen Eisenbahngesellschaften bewilligte Dividendengarantie als einzige niemals in Anspruch genommen. Die staatliche Garantie für die Nordbahn war übrigens mit Jahresende 1914 abgelaufen. Das Netz der Nordbahn hatte vor dem Kriege eine mittlere Betriebslänge von 3840 ^{km}; das Anlagekapital bemaß sich zu 2,121 Milliarden Frcs.

Infolge der geographischen Lage geschah es, daß die Nordbahn am meisten unter dem Kriege zu leiden hatte, denn der größte Teil ihres Bahnnetzes mit ungefähr 2000 ^{km} ist von uns besetzt gewesen und fast der ganze Rest mit etwa 1800 ^{km} lag innerhalb der Kriegszone. Jeglicher Friedensverkehr war damit auf der Nordbahn unterbunden. Unter den daraus entspringenden schwierigen finanziellen Verhältnissen, hat die französische Regierung der Nordbahngesellschaft die Ermächtigung erteilt, alle für den Zinsen- und Amortisationsdienst der Obligationen und für die Verzinsung der Anteile erforderlichen Geldbeträge bis einschließlich eines Jahres nach Friedensschluß durch Ausgabe von neuen Obligationen zu decken und die so verbrauchten Beträge auf Anlagekonto zu verbuchen.

Da die staatliche Dividendengarantie übrigens auch für die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn mit demselben Zeitpunkt, Ende 1914, erloschen war — bei den anderen Bahngesellschaften besteht sie noch auf lange Jahre hinaus —, so wurde auch dieser Gesellschaft das Recht der Obligationenausgabe erteilt und Verbuchung der erzielten Beträge auf Baukonto gestattet. Die Betriebsergebnisse der Nordbahngesellschaft in den letzten vier Jahren zeigen folgende Entwickelung in Millionen Francs:

	1914	1915	1916	1917
Bruttoeinnahmen	240,76	171,65	244,53	284,79
Betriebsausgaben	181,05	148,77	201,10	249,18
Reingewinn	57,66	23,64	40,62	32,19
Feste Lasten (Zinsen usw.)	—	130,25	137,39	142,63
Unterbilanz	67,71	106,61	96,78	110,44

Die Unterbilanz wird auf Grund der erteilten Ermächtigung auf Anlagekonto verbucht, in der Erwartung, daß seitens des Staates nach Friedensschluß diese Beträge vergütet werden.

Bei den heutigen Betriebsverhältnissen auf der Nordbahn hat sich besonders deutlich erwiesen, daß die bisherigen Tarife die Betriebskosten nicht mehr zu decken vermögen, die anhaltenden Preissteigerungen, besonders für Kohle und Metalle, lassen jede Aussicht auf irgendwelchen Betriebs-

gewinn von vornherein als illusorisch erscheinen und nur eine merkbare Tariferhöhung kann hier Abhilfe schaffen. Aber auch selbst, wenn der Gesellschaft eine angemessene Entschädigung für die durch unsere Besetzung entstandenen großen Verluste zugesprochen würde, so erleidet die Bahn doch durch die Dauer des Krieges derartig tiefgreifende Verluste, daß diese nur durch eine entsprechende, weitspannende Verlängerung der Konzessionsdauer ausgeglichen werden können. Die von der Nordbahn zu entrichtende feste Dividende beträgt 44 Frcs. für die Anteile und 28 Frcs. für die zurückgezahlten Aktien. Ferner ist ein bestimmter Betrag jährlich für die Auslosung dieser Aktien aufzuwenden, so daß sich hierfür jährlich die gleiche Gesamtsumme von 23,18 Millionen Frcs. als nötig erweist, wozu noch 5,3 für Verwaltungsdienst hinzutreten.

Die Ostbahngesellschaft hatte ebenso wie die Nordbahn infolge des Krieges sehr arge Störungen ihres gesamten Betriebes und, damit verbunden, auch ihrer wirtschaftlichen Entwickelung zu erleiden. Das Netz der Ostbahn ist um rund 1200 km größer als jenes der Nordbahn, es umfaßte bei Kriegsbeginn 5027 km mittlere Betriebslänge und das Anlagekapital belief sich auf 2,584 Milliarden Frcs. Die letztjährigen Ergebnisse waren in Millionen Francs:

	1914	1915	1916	1917
Bruttoeinnahmen	228,64	188,14	255,90	263,97
Betriebsausgaben	175,42	161,61	189,20	218,25
Reingewinn	87,89	66,59	105,84	89,90
Feste Lasten	—	133,58	134,42	155,70
Unterbilanz	62,58	87,73	49,32	65,80

Die festgesetzte Dividende bei der Ostbahn beträgt unverändert 25 1/2 Frcs. für die Anteile und 15 1/2 Frcs. für die Genußscheine, wozu insgesamt 20,75 Millionen Frcs. jährlich erforderlich sind.

Die Paris-Orleansbahngesellschaft ist der Ausdehnung ihres Schienennetzes nach die zweitgrößte der französischen Privatbahngesellschaften, sie folgt gleich hinter der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und übertrifft das Netz der Ostbahn um etwa 2400 km. Die mittlere Betriebslänge des Netzes der Paris-Orleansbahn war vor dem Kriege 7467 km und das Anlagekapital betrug 2,998 Milliarden Francs. Die finanzwirtschaftliche Entwickelung der Paris-Orleansbahn hat während des Krieges ganz entschieden einen günstigeren Verlauf genommen, als ihn diese Gesellschaft bisher in Friedenszeiten kannte. Die Betriebseinnahmen stellen sich sogar noch höher, als es in dem normalen Friedensjahre 1913 der Fall war. Dies hat seine Ursache darin, daß die Militärtransporte, den überhaupt durch die Kriegslage nur wenig berührten Verkehr in starkem Maße kräftigten. Die Orleansbahn gibt ihre recht hohe Dividende von 59 Frcs., entsprechend 11,8 % Verzinsung des Anlagekapitals in gleicher Weise zur Verteilung, wie dies früher geschah, allerdings nimmt sie dazu die Staatsgarantie in stets steigendem Maße in Anspruch. Diese Staatsgarantie steht der Bahn noch bis 1956 zu. Die Entwickelung der Paris-Orleansbahn spiegelt sich in folgenden Ziffern, in Millionen Francs, wider:

	1914	1915	1916	1917
Bruttoeinnahmen	280,43	332,42	374,62	408,67
Betriebsausgaben	185,39	202,42	250,08	280,07
Reingewinn	96,74	131,70	127,12	130,94
Feste Lasten	129,55	168,—	151,32	152,41
Unterbilanz	51,24	19,87	24,20	21,87

Im ganzen wesentlich günstiger als alle bisher besprochenen Bahngesellschaften steht die französische Südbahngesellschaft da, weil ihr Schienennetz — bei 3992 mittlerer Betriebslänge und 1,217 Milliarden Frcs. Anlagekapital — vom Kriegsschauplatz weit entfernt liegt und somit hat diese Bahn naturgemäß durch den Krieg selbst und seine Folgeerscheinungen auch nur wenig gelitten. Zudem erfreut sich die Südbahn einer staatlichen Dividendengarantie von 50 Frcs., die noch bis Ende 1960 läuft und da die Gesellschaft an diesem Dividendenbetrage unverändert festgehalten hat, so zahlt eben der französische Staat den Aktionären die ganze Dividende, gleichgültig, ob sie verdient ist oder nicht. Der Zustand der Strecken und des Eisenbahnmaterials war übrigens bei dieser Gesellschaft schon von jeher eine ständige Klage, und jetzt will man durch Ersparnisse bei der Streckenunterhaltung und bei der Erneuerung von Material die Rentabilität verbessern. Gerade der verkehrteste Weg, zumal schon in Friedenszeiten der technische Zustand der französischen Bahnen allgemein nicht auf moderner Höhe steht, vielfach sogar arg vernachlässigt ist. Will also da eine Bahngesellschaft im Kriege noch an Ausgaben für diese technischen Faktoren sparen, so geht das eben nur auf Kosten der gesamten Wirtschaftlichkeit und seiner Sicherheit.

Es betrugen bei der Südbahngesellschaft in Millionen Francs:

	1914	1915	1916	1917
Bruttoeinnahmen	127,21	135,31	145,13	163,45
Bruttoausgaben	77,34	81,61	103,73	120,86
Reingewinn	49,84	53,69	41,39	41,67
Feste Lasten	69,56	71,10	71,50	71,84
Unterbilanz	19,69	17,40	30,10	30,17

Obwohl also der Staat die Dividendengarantie von 50 Frcs. pro Aktie jahraus, jahrein trägt, so erhöhte sich trotzdem das Defizit bei der Südbahn in diesem steigenden Maße, obwohl doch ferner gerade diese Bahngesellschaft sehr wenig von den Lasten und Störungen des Krieges betroffen war. Diese Ausnutzung der staatlichen Dividendengarantie wächst sich bei vielen französischen Bahngesellschaften sehr zum argen aus; in Wirklichkeit wären die Gesellschaften meist unrettbar dem Konkursverwalter verfallen.

Von den fünf großen Gesellschaften ist die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn (PLM) die bedeutendste; sie verfügt mit 10 700 km über das größte Eisenbahnnetz und ihr Anlagekapital belief sich bei Kriegsausbruch auf 5,639 Milliarden Frcs. Da die Gesellschaft neben dem normalen Personen- und Güterverkehr auch noch für die Militärverwaltung in ausgedehntem Maße in Anspruch genommen wurde, so entwickelte sich ihr finanzieller Status nicht ungünstig, obwohl auch hier sich teilweise ganz gewaltige Verschiebungen vollzogen. Die Betriebsausgaben stiegen zunächst ganz unwesentlich von 312 auf 316 Millionen Frcs., dann aber im Jahre 1916 sehr erheblich auf 439 und 1917 sogar auf 512 Millionen Frcs., meistens bedingt durch die hohen Preise für englische Kohlen loko Marseille als Folge des deutschen U-Bootkrieges. Der Reingewinn fiel dadurch in 1917 auch sehr stark. Die finanziellen Erträgnisse der PLM zeigen folgende Entwickelung in Millionen Francs:

	1914	1915	1916	1917
Bruttoeinnahmen	503,353	557,859	679,088	683,77
Bruttoausgaben	312,742	316,122	439,649	512,78
Reingewinn	190,611	241,737	239,439	169,93
Feste Lasten	—	211,780	217,910	264,17
Unterbilanz	46,992	0,380	8,896	94,24

Die Gesellschaft zahlt auf ihre Anteile eine Dividende von 40 Frcs. und auf die Genußscheine eine solche von 20 Frcs. und verbrauchte für diese Dividende im Jahre 1915 31,99 und 1916 30,97 Millionen Frcs., die natürlich der Staat hergeben muß.

Betrachtet man den Verlauf der gesamten, hier kurz geschilderten finanziellen Entwickelung, welche die französischen Bahnen in den letzten vier Jahren genommen haben, so sieht man deutlich, wie sehr der Krieg diese Institute belastet hat. Der Personenverkehr ist bei allen Bahnen in gewaltigem Maße zurückgegangen und auch der private Güterverkehr mußte sehr erheblich eingeschränkt werden, da der gesamte Eisenbahnbetrieb nahezu ausschließlich für die militärischen Bedürfnisse in Anspruch

genommen wurde. Diese Militärtransporte erfolgten nun auf Grund eines alten Abkommens vom Jahre 1898, dessen Sätze natürlich heute vollständig ungenügend sind und bei denen die Bahnen ganz bedeutende Summen zusetzen mußten, wenn auch der Staat sie da wieder entschädigt. Um hier wenigstens einigermaßen bessere Zustände zu schaffen, entschloß sich, nicht ohne vielfaches, geradezu unverständliches Zögern, endlich die französische Regierung dazu, die Frachtsätze um 25 % zu erhöhen und das Parlament genehmigte diese Erhöhung mit Wirkung vom 15. April 1918. Aber soviel steht schon heute längst fest, diese Frachtenerhöhung ist weit entfernt davon, den Bedürfnissen der Bahnen gerecht zu werden. Die enorm gestiegenen Material- und Betriebsunkosten erfordern ganz andere staatliche Hilfsmaßnahmen und höhere Frachtsätze, sollen die Bahnen nicht schließlich unter der Last ihrer Schulden, oder sagen wir, ihrer ungedeckten Ausgabebeträge zusammenbrechen. Das Gesamtdefizit aller fünf französischen Privatbahnen betrug 1914: 237,5 Millionen Frcs., 1915: 232, 1916: 208, aber 1917: 321. Die seit Beginn des Krieges vom Staate geleisteten Zahlungen auf die Dividendengarantien halten sich jährlich auf ganz ansehnlicher Höhe, nämlich 133,518 Millionen Frcs. in 1914, 125 in 1915, 103,624 in 1916 und 117,8 in 1917. Die lange Dauer des Krieges hat den finanziellen Status der französischen Bahnen noch mehr verschlechtert.

Kleine Mitteilungen.

Das Reichsnotopfer, eine schwere Bedrohung der fachwissenschaftlichen Vereine.

Wie schwer die Arbeit unserer fachwissenschaftlichen Vereine durch die geplante wahllose Auferlegung des Reichsnotopfers bedroht wird, zeigt eine Eingabe, die der Verein deutscher Ingenieure in diesen Tagen an die Nationalversammlung gegeben hat. Der Verein weist darauf hin, daß er über 60 Jahre die geistigen Kräfte der gesamten deutschen Technik im Dienste der Allgemeinheit zusammengefaßt, daß er die erforderlichen Mittel für seine zahlreichen Arbeiten stets selbst aufgebracht und sich allmählich ein für seine wissenschaftlichen Arbeiten unentbehrliches Vermögen geschaffen hat. Die Verluste, die der Weltkrieg dem Verein, wie vielen anderen Organisationen brachte, sind von seinen Mitgliedern unter seltener Hingabe an die großen Aufgaben des Vereins durch freiwillige Spenden teilweise gedeckt worden, so daß der Verein einigermaßen leistungsfähig geblieben ist. Diese für den Wiederaufbau unseres Wirtschaftslebens unumgänglich nötige Leistungsfähigkeit würde jedoch durch das Reichsnotopfer auf das schwerste gefährdet werden. Bei der Notwendigkeit der in Angriff genommenen Arbeiten, die der Verein und ähnliche Organisationen bei einer so starken Schwächung ihrer Mittel nicht mehr durchzuführen in der Lage wären, müßte das Reich selbst an ihre Stelle treten, was einen unvergleichlich höheren Kostenaufwand verursachen dürfte, als das Reichsnotopfer von diesen Organisationen einbringen könnte. Unendlich wichtige Vorarbeiten würden auch unvollendet abgebrochen werden müssen. Es liegt daher im dringendsten Interesse des Staates selbst, die Vermögen solcher fachwissenschaftlichen Körperschaften vom Reichsnotopfer freizuhalten. Aus allen Teilen Deutschlands in Berlin versammelte Vertreter technischer Kreise weisen in der Eingabe mit allem Nachdruck im Gefühl ernstester Besorgnis auf diese Sachlage hin und fordern die gleiche Behandlung der für wissenschaftliche und kulturelle Ziele arbeitenden Organisationen, wie sie für die religiösen Körperschaften bereits beschlossen ist.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsbericht.

Vereinsversammlung vom 8. Oktober 1919.

Vorsitzender: Herr Schleyer. Schriftführer: Herr Schack.

Anwesend 12 Mitglieder.

Der Vorsitzende begrüßt die Anwesenden beim Beginn der winterlichen Tagungen und macht zahlreiche geschäftliche Mitteilungen. Das unserem Verein angetragene Amt eines Beisitzers im Vorstande des Verbandes will Herr Hotopp annehmen, falls nicht eine jüngere Kraft sich dazu bereit erklärt; Herr Franzius hat die in Bamberg auf ihn gefallene Wahl abgelehnt. — Als Mitglieder werden in den Verein aufgenommen die Herren Reg.- und Baurat Kohte (Hannover) und Professor Dr. Marx (Stuttgart). — Herr Halmhuber berichtet über die am 29. September d. J. in Berlin stattgehabten Verhandlungen des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen über die Reform der künstlerischen Ausbildung der Architekten an den Technischen Hochschulen. — Ueber die Schiedsgerichtsordnung des Verbandes sind die Meinungen geteilt; während einige Anwesende sie für entbehrlich halten, weil man mit den einschlägigen Bestimmungen der Zivil-Prozeß-Ordnung auskommen könne, teilt Herr Taaks mit, daß die im Schiedsgerichtswesen bestehenden Mißstände soeben 64 Verbände veranlaßt haben, die Schiedsgerichtsordnung anzunehmen, worüber uns der Verband nähere Angaben machen werde. — Der vom Bund Deutscher Architekten B. D. A. vorgeschlagene Kartellvertrag wird einstimmig angenommen unter der Voraussetzung, daß die inzwischen erfolgte anderweitige Organisation des B. D. A. ihn aufrecht erhält, worüber nachgefragt werden soll. — Der Entwurf einer Bauordnung des Staatskommissars für das Wohnungswesen wird einem Ausschuß, bestehend aus den Herren Blell, Damm und Kanold mit dem Ersuchen überwiesen, dem Verein behufs Stellungnahme darüber zu berichten. — Da ein Wechsel des Verlages der Vereinszeitschrift, der zu Wiesbaden im besetzten Gebiete ansässig ist und auf das Verlagsrecht vom 1. Januar 1920 ab verzichten will, nicht zu vermeiden ist, soll mit einer hannoverschen Firma, welche Druck und Verlag zusammen übernimmt, ein neuer Vertrag, vorbehaltlich der Zustimmung des Vereins, abgeschlossen werden, um den sich die Herren Hölscher, de Jonge, Michel, Schleyer und Wolf bemühen wollen. — Vorschläge für die Neuwahl des Vorstandes sollen der nächsten Vereinsversammlung unterbreitet werden. — Schluß der Sitzung $10^3/_4$ Uhr.

Zeitschriftenschau.

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom Hofrat dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Die Voraussicht im Eisenbahnbau und -betriebe. Dr.-Ing. A. Schroeder erörtert die Grundzüge für eine Anlage der Bahnhöfe, bei der die Hemmungen durch den Aufenthalt vermindert erscheinen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 590.)

Ueber das Leistungsvermögen der Eisenbahnen und den Ausbau des Eisenbahnnetzes. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 907 u. 1009.)

Der Bewegungswiderstand der Eisenbahnfahrzeuge. Von Reg.- und Baurat Glinski (Leipzig). Ergebnisse von Messungen an Zügen des Betriebes, die eine erhebliche Abhängigkeit des Zugwiderstandes von Einflüssen zeigen, die in den bisherigen Widerstandsformeln nicht berücksichtigt worden sind. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1918, II, S. 48, 53 u. 91.)

Ueber schienenfreie Gleisentwickelungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 897 u. 909.)

Gleisabstand auf freier Strecke bei mehrgleisigen Eisenbahnen. Denkschrift der Eisenbahndirektion Berlin an den Minister. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 325 u. 344.) Auszugsweise im Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 392.

Die Leistungsfähigkeit der städtischen Schnellbahnen. Von Dr.-Ing. F. Musil, Wien. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 202, 215 und 229.)

Das erste österreichische Arbeitsministerium und der Bau der Semmeringbahn. Von Hofrat Prof. A. Birk. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1918, S. 333.)

Vorschläge für die Entwickelung der Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen in England, aufgestellt von einem Stahl- und Eisenindustrie-Unterausschusse der Kommission für Handel- und Gewerbepolitik nach dem Kriege. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 869.)

Betriebsergebnisse.

Jahresbericht der oldenburgischen Staatseisenbahnen für 1917. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 917.)

Unterbau.

Anwendung des Massenmaßstabes bei Erdkörpern mit veränderlicher Breite, gebrochener Böschung oder gekrümmter Bahnachse. Querausgleich. Von Dr.-Ing. W. Müller. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 341 u. 361.)

Oberbau.

Darstellung der mittleren Förderweite der Schienen bei Neulagen. Von Ing. Felix Blitz, Wien. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 235.)

Uebergangsbogen in Korbbogen. Ing. C. Bunzel-Eger legt durch eine einfache Beziehung zwischen Kreis und Uebergang diesen unmittelbar vom Kreise aus fest. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 213.)

Einlegen von Korbbogen (s. 1917, S. 145). Bemerkung von Ing. O. Bunzel zu der gleichnamigen Arbeit des Ing. Pon. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 209.)

Zur Frage des Mehrwanderns des rechten Stranges. Es wird nachgewiesen, daß die Drehung der Erde um ihre Achse nicht von merkbarem Einflusse ist. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 300.)

Der eiserne Oberbau der oldenburgischen Staatsbahnen zeigt als wesentliche Eigenheit, daß zu beiden Seiten des Schienenauflagers je eine dachförmige Querrippe aus der Schwellendecke herausgepreßt ist, gegen die die unmittelbar auf den Schwellen ruhende Schiene mit keilförmigen Klemmplatten gestützt wird, ohne daß diese die Schwellendecke berühren. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 262.)

Die Wirkung zwischen der Hohlkehle des Radreifens und der Abrundung des Schienenkopfes. Von C. Hamelink, Abteilungsdirektor der niederländischen Straßenbahngesellschaft in Apeldoorn. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 309.)

Schiene mit Vertiefung für Kugelzapfen auf der Schwelle gegen das Wandern, „Kalottenschiene". Baurat Wegner (Breslau) bespricht die günstigen Ergebnisse der Versuche mit dieser Anordnung. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 383.)

Weichenzunge mit Sicherheitlagerung. Von Oberinspektor Brummer (Reviczabánya). — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 335.)

Die Berechnung von Bogenweichen. W. Strippgen-Weitmar teilt Berechnungen von Innen- und Außenbogenweichen mit, die Versuchsrechnungen ersparen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 219, 232, 249, 264 und 278.)

Verkürzte Kreuzungsweichen bilden — wie Dr.-Ing. Bäseler nachweist — ein vollständiges System, das beliebig zusammengesetzte Weichenstraßen und somit den Ausbau ganzer Bahnhöfe zuläßt mit Herzstückneigungen, die die üblichen um mehr als die Hälfte übertreffen und ohne daß ein Halbmesser von 180 m unterschritten wird. Daraus entspringen bei begrenzten Platzverhältnissen ganz bedeutende bauliche und wirtschaftliche Vorteile. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 877 u. 889.)

Gleisanschluß in Asphaltstraßen mittels Holzpflaster. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- und Kleinb.-Ztg. 1918, S. 315.)

Bahnhofsanlagen.

Lokomotivbahnhöfe im Westen. Bei den französischen und belgischen Bahnen waren viele Umbauten solcher Bahnhöfe erforderlich; die Grundgedanken dieser Umbauten werden erläutert. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1918, S. 482.)

Die Erweiterung des Hauptbahnhofes Zürich. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, II, S. 216 u. 223.)

Elektrischer Betrieb.

Die elektrische Solothurn-Bern-Bahn besitzt eine Spurweite von 1 m, kleinste Halbmesser von 120 m vor Stationen, von 200 m auf freier Strecke, größte Steigungen von 25 ‰, ausnahmsweise von 28 ‰; größte Ueberhöhung 80 mm, größte Spurerweiterung 20 mm. Ausführliche bau- und betriebstechnische Angaben. Beschreibung schwieriger

Ueberbauten, der Stationsanlagen und Hochbauten. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, II, S. 169, 179, 182, 204 u. 219.)

Bahnerhaltung und Betrieb.

Optische Signalgebung für Straßenbahnen mit roten und grünen Glühlampen zur Verständigung zwischen Schaffner und Wagenführer, auch vom Anhängewagen aus. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1918, II, S. 185.)

Bauart des Doppelscheiben-Vorsignals. Von Dr. Hans A. Martens. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 316.)

Probeausführung des Doppelscheiben-Vorsignals. Von Dr. Martens. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 639.)

Mechanische Fahrsperre auf der englischen Großen Zentralbahn. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Anschlages auf der Lokomotive wird auf ein Zehntel der des Zuges ermäßigt. Der Lokomotivanschlag betätigt das Bremsventil nicht unmittelbar, sondern einen dieses Ventil öffnenden Riegel. — Mit Abb. (Engineer 1918, II, S. 58; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 369.)

Fahrsperre von Tiddeman. — Mit Abb. (Nach Railway Signal Engineer 1917, Bd. 10, Heft 11 im Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1918, S. 258.)

Ueber elektrische Beleuchtung der Eisenbahnzüge mit besonderer Berücksichtigung des Systems Dick. Von Ing. M. Baar-Knittelfeld. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1918, S. 917 und 929.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. v. Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Gründung der beiden Strompfeiler der Straßenbrücke über die Eider bei Friedrichstadt; von Fr. Voß und H. Schwyzer. Die Gründung erfolgte bis zu einer Tiefe von 8 m unter der jetzigen Flußsohle mittels Druckluft. Die Senkkästen wurden auf einer Werft bei Hamburg zusammengebaut und schwimmend zur Baustelle geschafft. Dazu mußte man die Blechwand über dem Arbeitsraume auf eine Höhe von 4 m über der Schneide wasserdicht verstemmen und die Zwickel seitlich vom Arbeitsraum ausbetonieren. Die Absenkung auf die Flußsohle erfolgte durch Einbringen von Beton in den Raum oberhalb der Arbeitskammer; hierbei wurde jeder Senkkasten durch zwei Reihen von Pfahlbündeln, die zugleich einen Laufkran aufnahmen, seitlich geführt. Von einer Aufhängung der Kästen konnte abgesehen werden. Nach Einsenkung der Senkkästen um 1 bis 2 m in den weichen Schlick wurde der Arbeitsraum unter Preßluft gesetzt, worauf die Versenkung in üblicher Weise vor sich ging. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1919, S. 182 u. 189.)

Gründungen auf Eisenbetonplatten. Die Gründung einer Fabrikanlage wird ausführlich beschrieben. Es handelte sich um Lößboden, der sich stark zusammendrückte und unter Zutritt von Wasser zerfloß, was sich nach der Hochführung des Kesselhauses dadurch bemerkbar machte, daß sich starke Senkungen und Risse zeigten. Es wurden daher die Fundamente nachträglich stark verbreitert durch Unterbauung mit Eisenbetonplatten. Für die Kessel wurden von den Mauerfundamenten völlig unabhängige Eisenbetonplatten hergestellt. Das Verfahren wird geschildert, ferner die Gründung des Dampfturbinenhauses, des Teerölbehälters und des Entwässerungsbehälter-Gebäudes. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 12, S. 79, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1919.)

Senkbrunnen mit doppelten Wänden, die einen Zwischenraum für Füllstoffe frei lassen, D. R. P. 300317 vom 22. August 1915 für A. Haag in Nikolassee. Der Senkkasten mit verhältnismäßig wenig über ihn hinausragendem Mantel wird vor dem fertiggestellten Mantel des Brunnens vorgetrieben, wobei sein kurzer Mantel über den unteren Teil des Brunnenmantels übergreift. Sobald der Senkkasten entsprechend tief abgesenkt ist, wird ein neuer Mantelteil dem Brunnen aufgesetzt und dieser tiefer hinabgelassen. Dabei braucht die Luftschleuse nicht wie sonst immer wieder erhöht zu werden und es kann, wenn dafür gesorgt wird, daß der Brunnenmantel und sein Anschluß an den Mantel des Senkkastens wasserdicht erhalten werden, eine größere Tiefe unter dem Wasserspiegel erreicht werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1919, S. 244.)

Grundpfahl, Schrägpfahl, Pfahlbock; von Schätzler. (1918, S. 229.)

Spiralbewehrte Eisenbeton-Rammpfähle von rd. 20 m Länge wurden beim Neubau der Brücke über die alte Donau bei Wien verwendet. Sie wurden bis in den blauen Tegel durch eine mit Sand durchsetzte Schotterschicht von 3 m, ferner durch feinen grauen Schwimmsand von 4,75 m, durch grauen Sand mit Kies von 4,25 m und durch groben Schotter mit Sand von 1 m Mächtigkeit unter gleichzeitiger Spülung mit einem 4 t schweren Bär eingerammt. Die Herstellung der Pfähle sowie die Ausbildung der Pfahlschuhe und des Pfahlkopfes wird beschrieben. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 11, S. 76, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1919.)

Der Stauchpfahl wird von E. Fucker eingehend besprochen. Das Verfahren, dessen Patente die Wayß & Freitag-A.-G., in Neustadt a. H., teilweise in Gemeinschaft mit der Siegwartbalken-Ges. m. b. H. in Luzern, besitzt, geht bekanntlich davon aus, daß nach beliebiger Herstellung des Pfahlschachtes ein in ihm befindliches Futterrohr mit Beton unter Anwendung eines Rammbären ausgestampft wird, wobei in nachgiebigem Boden am unteren Ende eine Verbreiterung und Verdickung erfolgt, die den Pfahl tragfähiger macht. Die verschiedenen dabei in Betracht kommenden Verfahren werden geschildert. Zum Schluß wird eine Zusammenstellung mitgeteilt, die das Ergebnis zweier Probepfähle dahin feststellt, daß die Tragfähigkeit durch das Stauchen beim Nachrammen zunimmt, da die Eindringung des Stauchpfahls gegenüber einem Pfahl ohne Stauchung sich als wesentlich geringer ergab. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 11, S. 69, Beibl. d. Deutschen Bauz. 1919.)

Tunnelbau.

Die Eisenbahn-Tunnelverbindung zwischen Kopenhagen und Malmö (s. 1919, S. 62), wie sie von H. Orth geplant war, wurde von der schwedischen Eisenbahnverwaltung abgelehnt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1919, S. 487.)

Ein neuer Vogesentunnel. Frankreich will einen zweiten 8 km langen Vogesentunnel anlegen, der von St. Maurice im Moseltal nach Felleringen im Thurtal führen soll. Dadurch würde eine durchgehende Linie Antwerpen-Mailand als Wettbewerb für die Rheinlinie geschaffen. Als Bauzeit sind drei Jahre in Aussicht genommen. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1919, S. 155.)

Der Puymorens-Tunnel in den Pyrenäen ist durchstochen. Er führt die Eisenbahnlinie von Nordfrankreich über Toulouse nach dem nordöstlichen Spanien und wird die Fahrzeit Paris-Barcelona von 21 Stunden auf 16 Stunden verkürzen. Bis zur französischen Grenze

ist die Strecke fertig, der Ausbau der spanischen Strecke ist aber noch weit zurück. Im Februar 1915 wurde bereits der gleichfalls die Pyrenäen durchbrechende, 8 km lange Point du Midi-Tunnel der Eisenbahnstrecke Laruns-Jaca in Betrieb genommen. (Deutsche Bauz. 1919, S. 184; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1919, S. 492; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1919, S. 415.)

Durchbruch des letzten Tunnels an der Bagdadbahn. Der letzte 3795 m lange Tunnel durch den Taurus wurde am 15. November 1916 durchgeschlagen. Die Verbindung der bereits fertigen Zufahrtstrecken steht nahe bevor. Am 9. Oktober 1918 konnte auf der Taurusstrecke der Vollspurbetrieb eröffnet werden; bis dahin wurden vom 22. Januar 1917 an die militärischen Transporte mit Hilfe eines Feldbahngleises von 60 cm Spurweite durchgeführt. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1919, S. 46; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1919, S. 319.)

Der neue Doppeltunnel unter dem Eastriver bei Newyork im Zuge der Clarkstraße zwischen Manhattan und Brooklyn wurde für den Untergrundverkehr am 15. April 1919 in Betrieb genommen. Er besteht aus zwei nebeneinander liegenden Tunnelröhren. Der Bau, der seit 1914 ausgeführt wurde, hat 7,5 Mill. Dollar gekostet. Weitere sechs Tunnel unter dem Eastriver befinden sich im Bau. Für den geplanten Straßentunnel unter dem Hudson zwischen Manhattan und Jersey City wurden eine Mill. Dollar bewilligt. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1919, S. 526.)

Straßentunnel unter dem Hudson; von Schreiber. Drei Vorschläge werden besprochen: zwei nebeneinanderliegende Tunnel mit 9 m Durchmesser und 6 m breiten Fahrbahnen, ein Tunnel von 12 m Durchmesser mit zwei übereinanderliegenden Fahrbahnen und ein elliptischer Tunnel mit Achsen von 9 und 7 m. Auch die Lüftung des rd. 3 km langen Tunnels wird erörtert. (J. of the Frankl. Inst. 1919, S. 273; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1919, S. 587.)

Tunnelbau unter dem Aermelkanal. Die englische Regierung soll den Bau beschlossen haben (s. **1919**, S. 100). Für die Durchführung sind fünf Jahre, als Kostenaufwand 25 Mill. Pfund Sterling vorgesehen. Die Paketbeförderung soll auf pneumatischem Wege erfolgen. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1919, S. 144.)

Gibraltartunnel (s. **1919**, S. 100). Die Vorarbeiten sollen in Angriff genommen werden. Spanien will mit Rücksicht auf seine Marokkopolitik den Tunnel von Tarifa aus, also von spanischem Gebiet, in einer Entfernung von 22 km von Gibraltar bauen. Das Meer ist hier bis zum nächsten Punkt des afrikanischen Festlandes etwa 13 km breit, aber über 300 m tief. Sowohl technische als auch wirtschaftliche Schwierigkeiten werden überwunden werden müssen, zumal wenn sich Frankreich und England zurückhalten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1919, S. 201.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Th. Rümelin. Wasserkraftanlagen. I. Beschreibung. II. Gewinnung der Wasserkraft. III. Bau und Betrieb. — 2. Aufl. Sammlung Göschen. Berlin und Leipzig 1919. Göschen. Pr. je 1,25 M.

Deckert, Dr. A. Mechanik. Kempten, München 1919. Kösel. Pr. geb. 5 M. Teuerungszuschlag.

Gehler, Dr.-Ing. W. Der Rahmen. Einfaches Verfahren zur Berechnung von Rahmen aus Eisen und Eisenbeton. Mit 512 Abb. 2. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 18 M.

Tröger, R. Die deutschen Aluminiumwerke und die staatliche Elektrizitätsversorgung. Berlin 1919. V. D. I. (Springer). Pr. 3,30 M.

Zillich, K. Statik für Baugewerkschulen. I. Graphische Statik. Mit 176 Abb. 7. Aufl. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 3,40 M.

Kollmar, Dr.-Ing. A. Auflager und Gelenke. Mit 57 Abb. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Pr. 12 M.

Müller-Wulckow, W. Aufbau-Architektur. 2. Aufl. Berlin 1919. E. Reiß.

Guttmann, Dr. A. Die Verwendung der Hochofenschlacke im Baugewerbe. Düsseldorf 1919. Stahleisen. Pr. 11 M.

Aigner, Dr. med. E. Wesen und Wirken der Wünschelrute. Stuttgart 1920. Wittwer. Pr. 2,75 M.

Adolph, R. Einküchenwirtschaft als soziale Aufgabe. Berlin 1919. Gesellschaft und Erziehung. Pr. 3 M.

Nähr, K. Betonprüfung mit Probebalken. (Eisenbeton-Ausschuß, Heft 6.) Mit 171 Abb. Leipzig, Wien 1917. Deuticke. Pr. 3 M.

Emperger, Dr. F. Balken mit Bewehrung aus hochwertigem Eisen. (Eisenbeton-Ausschuß, Heft 7.) Mit 28 Abb. Leipzig, Wien 1918. Pr. 3 M.

Hanisch und Kirsch. Versuche zur Beurteilung hochwertiger Zemente. (Eisenbeton-Ausschuß, Heft 8.) Mit 28 Abb. Leipzig, Wien 1919. Deuticke.

Preuß, Prof. M. Entwerfen von Eisenbeton. Tafeln und Formeln. 2. Aufl. Breslau 1919. Steinke. Pr. 6 M.

Kersten, C., Oberingenieur. Der Eisenbetonbau. Teil III: Rechnungsbeispiele. Mit 125 Abb. Berlin 1919. Ernst & Sohn. Preis 5,40 M.

Das Buch bildet eine Ergänzung zu des Verfassers beiden Leitfäden Eisenbetonbau, Teil I: „Berechnung der Grundformeln" und Teil II: „Anwendungen im Hoch- und Tiefbau" und soll diese entlasten. Für den Unterricht und für die Praxis bestimmt bringt es die rechnerische Behandlung der verschiedenartigsten Bauteile, wie Decken- und Balkenkonstruktionen, Kragplatte für einen Theaterrang, Platten- und Pfahlgründung, Treppen in aufgelegter und freitragender Anordnung, Dachkonstruktionen, Wasserbehälter, Stützmauern, Brückenpfeiler usw. Der reiche Inhalt ist in knapper, aber durchaus klarer Form zusammengefaßt und teilt die Vorzüge von Teil I und Teil II. Die beigegebenen Abbildungen sind gut gewählt und gut dargestellt. Die mit einfachem mathematischen Rüstzeug durchgerechneten Beispiele werden auch da, wo sie nicht unmittelbare praktische Anwendung finden, von großem Nutzen sein, weil sie zur Vertiefung des Studiums der Eisenbetonbauweise anregen. Das Buch verspricht eine große und schnelle Verbreitung und dürfte hinter den beiden Vorläufern, die bereits in 11. und 9. Auflage erschienen sind, nicht lange zurückbleiben. *Schl.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Alphabetische Inhaltsangabe.

Band LXV. — Jahrgang 1919.

Sach- und Namen-Verzeichnis.

Die Originalbeiträge sind durch ein vorgesetztes * bezeichnet.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

#188


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02433 3117

The KALMBACHER
BOOKBINDING CO.
CERTIFIED
LIBRARY BINDERY
TOLEDO, OHIO

